ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN
HERAUSGEGEBEN IM PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM
SCHRIFTLEITER: INGENIEURBAU RICHARD BERGIUS · HOCHBAU Dr.-Ing. GUSTAV LAMPMANN
80. JAHRGANG BERLIN, APRIL 1930 HEFT 4

DER STAND DER NECKARKANALISIERUNG.

ERSTER TEIL.
PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG.

Von Regierungsbaurat Jurisch, Berlin.

Zehn Jahre sind vergangen, seit der erste Spatenstich an den Neckarverlegungen oberhalb Stuttgart getan wurde, die einen Teil des Gesamtplans der Neckarkanalisierung von Mannheim bis Plochingen bildeten, wie er nach jahrzehntelangen Vorarbeiten kurz nach Kriegsende vorlag. Ein Jahr danach hatten die Arbeiten auf der ganzen Linie an zahlreichen Stellen eingesetzt. Eile tat not, denn fast dringender noch als den leistungsfähigen und billigen Wasserweg brauchten damals die vom Neckar durchflossenen Länder die Kraft, die der gestaute Strom als Ersatz für die immer knapper werdende Kohle spenden sollte, und das Heer der Erwerbslosen rief nach Arbeit. In wenig mehr als einem Jahrzehnt, so hoffte man, würden die großen Rheinschiffe durch Baden, Hessen und Württemberg bis hinauf nach Plochingen fahren, und dann würde es vielleicht an der Zeit sein, das Werk im Neckar-Donau-Kanal fortzuführen und zur Meere und Völker verbindenden Schiffahrtstraße zu gestalten.

Das Ziel liegt heute noch in weiter Ferne. Die ungeheuren Tribute, die uns von den Kriegsgegnern auferlegt wurden, haben ihren lähmenden Einfluß auch auf dieses Unternehmen ausgeübt, dessen Durchführung — schon in Zeiten des Wohlstandes von den südwestdeutschen Staaten als notwendig erkannt und beschlossen — erst recht wegen der Kriegsfolgen und der Nöte der Nachkriegszeit als unentbehrlich für den Wiederaufbau der südwestdeutschen Wirtschaft angesehen wurde. Zunehmende Schwierigkeiten bei der Geldbeschaffung haben zur vorläufigen Einschränkung und Streckung des Bauprogramms geführt. Auch allgemeine wirtschafts- und verkehrspolitische Erwägungen machten sich geltend. Die Notwendigkeit eines Ausbaues des Wasserstraßennetzes und der Wert der Wasserkräfte sind heute nicht mehr so unbestritten wie in der ersten Zeit nach dem Kriege. Reichsbahn und Binnenschiffahrt sind in scharfen Wettbewerb getreten; auch die Wettbewerbsfähigkeit der Wasserkräfte in der Elektrizitätserzeugung hat durch die Fortschritte im Bau und Betrieb der Dampfkraftwerke und durch das Zurückbleiben der Kohlenpreise gelitten. Mit manchem andern großen Wasserstraßenplan teilt heute die Neckarkanalisierung das Schicksal, daß sie nicht mehr wie ehedem „rentabel" im privatwirtschaftlichen Sinne ist. Gegen ihre Fortführung sind darum von mancher Seite im Laufe der letzten Jahre starke Einwendungen erhoben worden. Man wird diese gelten lassen müssen, insoweit sie den Mangel einer ausreichenden Verzinsung des Anlagekapitals durch unmittelbar fließende Einnahmen feststellen. Es hat sich aber gezeigt, daß die Verschiebung der wirtschaftlichen Grundlagen nicht so stark ist, daß dadurch die Bauwürdigkeit des Neckarkanals in Frage gestellt würde. Wasserstraßen dienen nicht dem Verkehr allein, ihr Aufgabenbereich liegt auf dem umfassenderen *wasserwirtschaftlichen* Gebiet. Der Gesamtnutzen, den ihr Ausbau der Volkswirtschaft bringt, ist wohl geeignet, eine im Hinblick auf den reinen Verkehrszweck mangelnde Rentabilität auszugleichen. Für die Neckarkanalisierung gilt dies in besonderem Maße, wie die folgenden Ausführungen zeigen mögen, die mit Rücksicht auf die erwähnten Einwendungen außer der technischen Seite auch die Vorgeschichte des Plans und die wirtschaftlichen Fragen behandeln. Als Unterlage haben dem Verfasser außer amtlichen Denkschriften eine von der Neckar-Aktiengesellschaft bearbeitete Schrift [1]), die den Werdegang des Unternehmens und die Ausführung der Arbeiten schildert, sowie weitere Veröffentlichungen [2]) aus südwestdeutschen Kreisen gedient.

I. Vorgeschichte und wirtschaftliche Grundlagen des Kanalisierungsplanes.

Die Bestrebungen zur Verbesserung der Schiffbarkeit des Neckars reichen bis in das 16. Jahrhundert zurück. Von den Landesfürsten geförderte Teilregulierungen erstreckten sich vornehmlich auf die mittlere Flußstrecke von Cannstatt bis Heilbronn, deren Ueberwindung bei einem Durchschnittsgefälle von 0,8 bis 0,9 v T für die mittels Pferdetreidelei betriebene Schiffahrt besonders beschwerlich war (Abb. 1 und 2). Die technischen Schwierigkeiten einer durchgreifenden Verbesserung waren freilich für jene Zeiten zu groß und die Kosten zu hoch. Immerhin entwickelte sich im 18. Jahrhundert ein reger Marktverkehr auf dieser Flußstrecke, und vom Rhein her konnten die Transporte mit kleinen Schiffen bis nach Cannstatt, 190 km von Mannheim, geführt werden. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts aber begann der Wettbewerb der Eisenbahnen, die Schiffsfrachten sanken, und schließlich kam die Schiffahrt oberhalb Heilbronn ganz zum Erliegen.

Günstiger lagen die Verhältnisse auf der 120 km langen unteren Flußstrecke von Heilbronn abwärts, die nur ein Durchschnittsgefälle von 0,5 bis 0,6 v T aufweist. Durch alte Stapelrechte begünstigt, war Heilbronn bis zur Einführung der Eisenbahnen der Hauptumschlagplatz für ein weit nach Bayern hinein reichendes Hinterland und überragte noch zu Beginn des vorigen Jahrhunderts Mannheim bedeutend. Mit dem Ausbau des Eisenbahnnetzes wurde jedoch auch auf dieser Flußstrecke die Lage der Schiffahrt immer schwieriger. Versuche, den Gütertransport mit Dampfschiffen zu betreiben, mußten wieder eingestellt werden. Erst durch Einführung der *Kettenschleppschiffahrt* im Jahre 1887 gelang es, den Neckar-

[1]) Der Bau des Neckarkanals. Sammlung „Industrie und Handel" Bd. 55. Verlag Wilh. Raue. Berlin 1928.

[2]) Südwestdeutschland, seine Wasserstraßen und Wasserkräfte. Monatshefte des Südwestdeutschen Kanalvereins für Rhein, Donau und Neckar e. V. Jahrg. 1927 bis 1929.

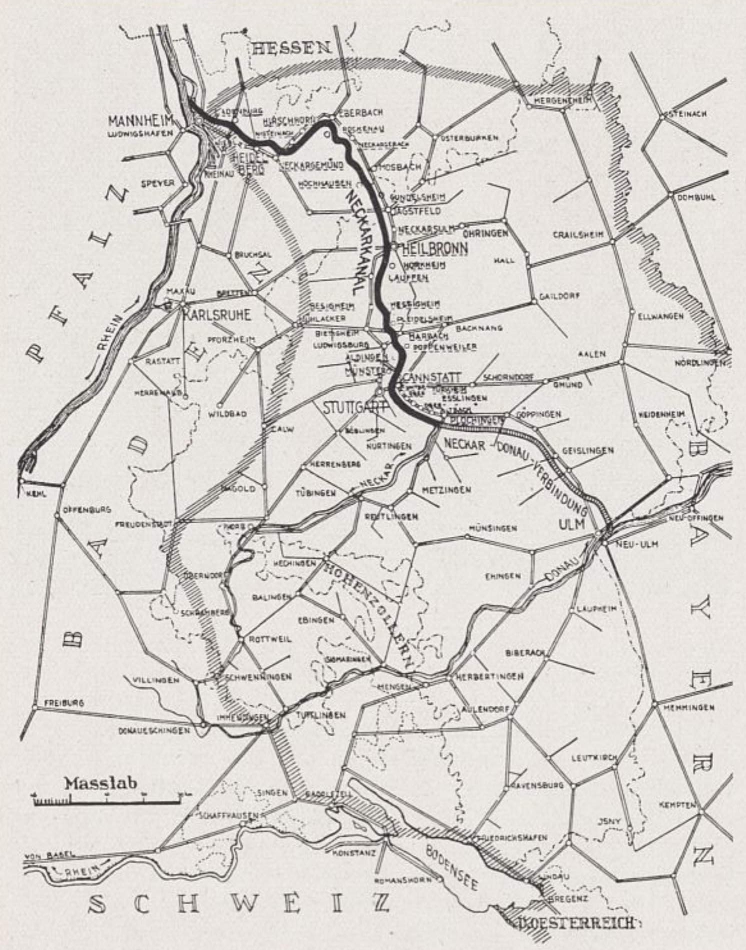


Abb. 1. Übersichtsplan mit dem Einflußgebiet (|||||||) des kanalisierten Neckars.

verkehr zwischen Mannheim und Heilbronn und weiter bis Lauffen von neuem zu beleben. Bei günstigem Wasserstand können hier Schiffe bis zu 400 t Tragfähigkeit verkehren.

Der Güterverkehr erreichte 1913 den Höchststand mit 369 000 t, wovon 244 000 t zu Tal und 125 000 t zu Berg gingen. Im Talverkehr standen an erster Stelle Salze aus den Salinen in der Heilbronner Gegend; daneben gingen bedeutende Mengen Floßholz zum Rhein. Der Bergverkehr setzte sich aus Kohlen, Getreide und Saaten, Kolonialwaren und Rohprodukten zusammen.

Die Kettenschlepperei ist heute noch im Gange; sie wird von einer Heilbronner Aktiengesellschaft betrieben, deren Konzession noch bis zur Beendigung der Neckarkanalisierung auf der Strecke Mannheim—Heilbronn läuft. Da die Kette durch die Kanalisierungsarbeiten streckenweise unterbrochen wird, werden neben den Kettendampfern auch Schraubenschlepper verwendet.

Trotz des Fortschritts, den die Einführung der Schleppschiffahrt für den Neckarverkehr seinerzeit bedeutete, war diese auf die Dauer den auf stärkere Ausnutzung des Wasserweges gerichteten Anforderungen nicht gewachsen. Sie hat zwar die Schwierigkeiten der Bergfahrt mildern, aber nicht die natürlichen Mängel des Flusses ausgleichen können, die in seiner Lauf- und Bettgestaltung und in seinem Wasserhaushalt begründet waren. Stromschnellen und enge Krümmungen bildeten gefährliche Schiffahrthindernisse in dem teilweise felsigen Strombett, das erst unterhalb Heidelberg im Schwemmboden der Rheinebene sanftere Formen annimmt, hier aber wieder dem Einfluß der Geschiebeführung unterliegt. Am schwersten litt die Schiffahrt unter der während eines großen Teils des Jahres ganz unzureichenden Fahrwassertiefe und unter dem unstetigen Verlauf des Gesamtabflusses. Auf monatelange Niedrigwasserperioden, die höchstens halbe Abladung zuließen und Umschlag der Schiffsladungen in Mannheim wegen der Unzugänglichkeit des Neckars für Rheinkähne erforderlich machten, folgen rasch verlaufende heftige Hochwässer, welche in dem nur stellenweise durch Deiche geschützten Flußtal häufig großen Schaden angerichtet haben. Die Wasserführung schwankt im Oberlauf bei Plochingen (km 212) zwischen 7 m³/sek bei NNW, 35 m³/sek bei MW und 1900 m³/sek bei HHW; bei Heidelberg (km 27) sind es 20, 100 und 4800 m³/sek. Auch die plötzlich auftretenden, nicht selten mit Eisversetzungen verbundenen Eisgänge behinderten die Schiffahrt und gefährdeten das Flußtal. Fast 2½ Monate im Jahresdurchschnitt ruhte infolgedessen der Schiffahrtbetrieb gänzlich.

Bei der geringen Ausnutzung des Schiffsraumes und der Unzuverlässigkeit des Wasserweges konnte es auch durch Einrichtung der Kettenschlepperei nicht gelingen, den Strom für den Verkehr in dem Maße dienstbar zu machen, wie es für die Uferländer, besonders für Württemberg nötig war. Infolge des Mangels an Kohlen und industriell verwertbaren Rohstoffen ist dieses Land auf Zufuhr großer Gütermengen angewiesen, wie auch durch den Absatz der Landeserzeugnisse ein bedeutender Verkehr anfällt. Dabei tritt die ungünstige Verkehrslage erschwerend in Erscheinung. Rohstoffquellen und Absatzgebiete liegen weit entfernt. Die Transportkosten spielen darum für die Wirtschaft des Neckarlandes, vornehmlich für die verarbeitende Industrie, die besonders im badischen und württembergischen Neckartal stark vertreten ist, schon immer eine äußerst wichtige Rolle. Als in den neunziger Jahren vor. Jahrh. die industrielle Entwicklung einen bedeutenden Aufschwung nahm und mit dem raschen Anwachsen der Bevölkerung der gesamte Bedarf des Landes stieg, machte sich das Bedürfnis nach stärkerer Heranziehung des Wasserweges vor allem für den zunehmenden Massengutverkehr mehr und mehr geltend. Damals begann sich die Erkenntnis durchzusetzen, daß es für die wirtschaftliche Entwicklung des Neckarlandes unerläßlich sei, Anschluß an den großen Verkehrsstrom des Rheins durch Ausbau des Neckars zu einem leistungsfähigen Schiffahrtweg zu gewinnen und diesen Verkehrsstrom so weit wie möglich in das Innere des Landes hinein zu lenken.

Nach Lage der natürlichen Verhältnisse des Stromes stand fest, daß dieses Ziel nur durch *Kanalisierung* würde erreicht werden können. Um die Jahrhundertwende gewann der Plan der Neckarkanalisierung greifbare Gestalt durch die Arbeit des 1897 von dem Geheimen Hofrat Dr. Julius von Jobst gegründeten „Komitees für die Hebung der Neckarschiffahrt", das von 1903 ab als „Neckar-Donau-Kanal-Komitee" außer der Neckarkanalisierung auch die Verbindung vom Neckar zur Donau bei Ulm, die Schiffbarmachung der oberen Donau und ihre Verbindung mit dem Bodensee in seine Untersuchungen einbezog und insbesondere Unterlagen zur Beurteilung der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Kanalpläne schuf. Auf Grund dieser Arbeiten, deren Ergebnis in der 1908 erschienenen Denkschrift „Die württembergischen Großschiffahrtpläne" zusammengefaßt ist, ließen die Regierungen der drei Uferstaaten Württemberg, Baden und Hessen unter Württembergs Führung Entwürfe für die Kanalisierung des Neckars von Mannheim bis Heilbronn und weiter bis Plochingen, 23 km oberhalb Stuttgart-Cannstatt aufstellen. Von dieser 212 km langen Strecke entfallen an Uferlänge insgesamt etwa 53 v H auf Württemberg, 40 v H auf Baden und 7 v H auf Hessen, jedoch so, daß die Landesgrenzen infolge der „Gemenglage" der Hoheitsgebiete den Strom mehrfach kreuzen oder in seiner Achse verlaufen. Trotz mancher hierdurch erklärlichen Gegensätze in den Wünschen und Interessen, die an sich schon bei Wasserstraßenplänen nicht gering zu sein pflegen, konnte über alles Trennende der Landesgrenzen hinweg dank der engen wirtschaftlichen Verbundenheit volles Einverständnis der drei Uferländer sowohl über die allgemeinen Ziele wie über die Einzelheiten des Kanalplans erreicht werden.

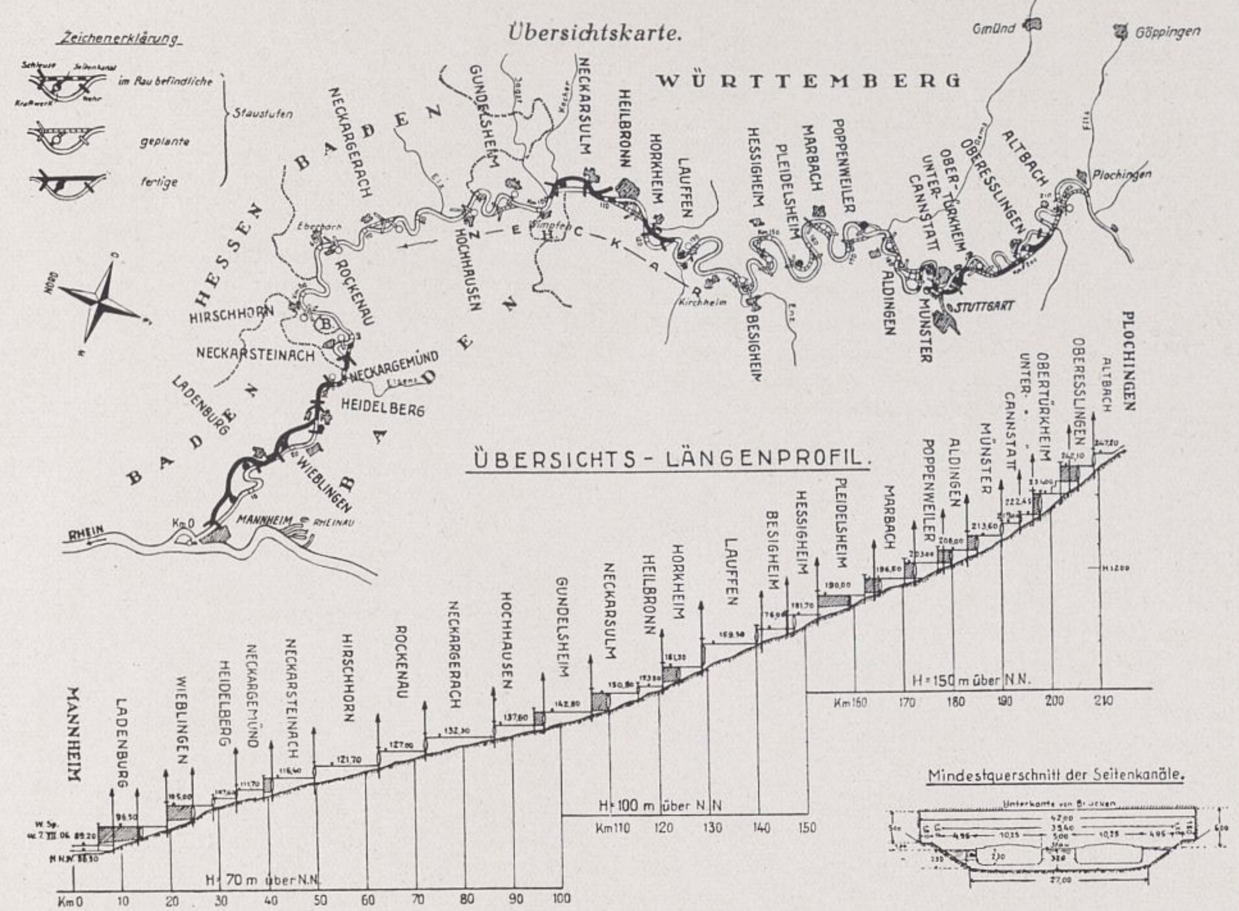


Abb. 2. Lage- und Höhenplan der Neckarkanalisierung von Mannheim bis Plochingen. Lageplan M. 1:900000, Höhenplan M. 1:1500000 und 1:3000.

Den größten Vorteil von der Kanalisierung durfte nach seiner wirtschafts- und verkehrsgeographischen Lage Württemberg für sich erwarten. Aber auch in Baden und Hessen war man von einer günstigen Einwirkung auf die vom Neckar durchflossenen, in lebhafter industrieller Entwicklung begriffenen Landesteile überzeugt und versprach sich bei der engen wirtschaftlichen Verflechtung der drei Länder von der Stärkung des württembergischen Hinterlandes Vorteile für die eigene Landeswirtschaft. Allerdings mußte für die einen großen Teil des künftigen Einflußgebietes des Neckars im gebrochenen Verkehr bedienenden badischen Häfen Mannheim, Karlsruhe und Kehl zunächst mit einem gewissen Verlust an Umschlagverkehr durch Uebergang auf die Neckarplätze gerechnet werden. Dagegen eröffnete sich den rheinischen Schiffahrtgesellschaften die Aussicht, ihre Tätigkeit weit mehr als bisher auf den Neckar auszudehnen und auch für den Handel besonders Mannheims ließ der unmittelbare Anschluß des württembergischen Hinterlandes und dessen wirtschaftliche Stärkung eine Ausdehnung der geschäftlichen Beziehungen erwarten. Mit von ausschlaggebender Bedeutung war ferner die Möglichkeit, das an den Staustufen entstehende Gefälle zur Gewinnung von billigem elektrischen Strom auszunutzen und die Elektrizitätsversorgung besonders in den stark industrialisierten Gebieten am Neckar unter Einschränkung der teuren Kohlentransporte in vorteilhafter Weise auszubauen. Endlich brachte die durch den Ausbau des Stromes erzielbare Verbesserung der Hochwasser- und Eisabführung und die Regelung der Wasserstände allen drei Ländern hoch zu bewertende Vorteile durch Sicherung des Besitzstandes, Hebung der Bodenkultur und Erschließung bisher ungenutzten Geländes für Siedlung und Verkehr.

In voller Einigkeit konnten so die südwestdeutschen Staaten der Reichsregierung den Plan der Neckarkanalisierung unterbreiten. Ihre Bestrebungen fanden die Unterstützung des Reiches; durch das Reichsgesetz betreffend den Ausbau der deutschen Wasserstraßen und die Erhebung von Schiffahrtabgaben vom 24. Dezember 1911 wurde der Neckar von Eßlingen (km 202) abwärts in den danach zu bildenden „Rheinstromverband" einbezogen und die Neckarkanalisierung zunächst von Mannheim bis Heilbronn als eine der ersten Aufgaben des Strombauverbandes bezeichnet. Die Inangriffnahme des Baus mußte jedoch vorläufig unterbleiben, weil die für die Bildung des Rheinstromverbandes nötige Zustimmung der Niederlande zur Aenderung der Mannheimer Schiffahrtakte hinsichtlich der Erhebung von Schiffahrtabgaben nicht zu erlangen war.

Während des Krieges trat der Mangel einer leistungsfähigen Wasserstraße in verstärktem Maße hervor. Das gab den beteiligten Wirtschaftskreisen und Kommunalverbänden Veranlassung, sich zur Förderung der südwestdeutschen Großschiffahrtpläne in dem 1916 gegründeten, unter dem Vorsitz des Geheimen Hofrats Dr.-Ing. e. h. Peter Bruckmann stehenden *„Südwestdeutschen Kanalverein* für Rhein, Donau und Neckar" zusammenzuschließen, der sich an den während des Krieges weitergeführten Vorarbeiten wirkungsvoll beteiligte. Einen Beweis dafür, wie dringend besonders die Industrie den Wasserweg brauchte, gab damals der Großindustrielle Dr. Robert Bosch in Stuttgart, indem er dem württembergischen Staate für den Fall der Inangriffnahme der Kanalisierung 13 Millionen Mark Kriegsanleihe als Beitrag zu den Kosten der Strecke Heilbronn—Eßlingen zur Verfügung stellte.

Da seit Aufstellung der ersten im Jahre 1904 begonnenen Entwürfe, denen zuerst das 600 t-Schiff, dann das 1000 t-Schiff zugrunde gelegt war, die Schiffsgrößen auf dem Rhein zugenommen hatten und sich die Verwendung möglichst großer Fahrzeuge wegen der durch die Flußkrümmungen begrenzten Länge der Schleppzüge als notwendig erwies, ließen die Landesregierungen die Entwürfe für das 1200 t-Schiff umarbeiten. Es waren 34 Staustufen vorgesehen, die bei der weiteren Durcharbeitung auf 26 vermindert werden konnten. Die Kosten der Kanalisierung von Mannheim bis Plochingen stellten sich einschließlich der Anlagen für die Ausnutzung der Wasserkräfte auf 130 Millionen Mark zu Vorkriegspreisen.

Nach dem unglücklichen Kriegsausgang hätte zunächst die allgemeine Wirtschaftslage wenig günstig für die Einleitung eines so kostspieligen Unternehmens erscheinen können, wenn nicht gerade die Schwierigkeiten der Kriegsjahre und der ersten Nachkriegszeit die Notwendigkeit der Neckarkanalisierung aufs eindringlichste bewiesen hätten. Der Rückgang in der Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen wuchs sich allmählich zu einer *Transportkrise* aus, welche die in großem Umfange auf Massenzufuhren angewiesene Wirtschaft der südwestdeutschen Staaten schwer bedrohte und sich am schlimmsten in dem Mangel an Kohlen und damit in der Gefährdung der Krafterzeugung auswirkte, wozu namentlich auch der Wegfall der Kohlenlieferungen aus dem wirtschaftlich von Deutschland abgetrennten Saargebiet beitrug. Neben Kohlen mußten auch Eisen und Düngemittel, die das Saargebiet in großen Mengen geliefert hatte, fernerhin aus dem Ruhrgebiet bezogen werden, was abgesehen von den Transportschwierigkeiten Mehrkosten an Fracht verursachte.

Auf der anderen Seite trat für die südwestdeutsche Industrie die Absatzfrage um so mehr in den Vordergrund, als durch die Verarmung Deutschlands, durch die Gebietsverluste und durch die Zurückdrängung vom Weltmarkt die Wettbewerbsverhältnisse insbesondere für hochwertige Industrieerzeugnisse im Innern wie nach außen sich weitgehend verschoben hatten. Die drückenden Lasten, die dem deutschen Volke durch die Tributzahlungen auf sehr lange Zeit bevorstanden, ließen eine Besserung der Marktverhältnisse keineswegs erhoffen, vielmehr eine außerordentliche Verschärfung des Wirtschaftskampfes voraussehen. Für die mit hohen Frachtkosten vorbelastete südwestdeutsche Wirtschaft, namentlich für die Industrie wurde somit die Senkung dieser Kosten noch weit mehr als vor dem Kriege zu einer der wesentlichsten Voraussetzungen für die Erhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit. Es bestand aber keine Aussicht, eine ausreichende Senkung allein etwa von Tarifmaßnahmen der Eisenbahn zu erwarten, zumal noch nicht zu übersehen war, wie sich die Tarifpolitik der nach der neuen Verfassung auf das Reich übergehenden Bahnen gestalten würde.

Schließlich duldeten auch die mit der Neckarkanalisierung zu verbindenden *landeskulturellen* Maßnahmen — der Schutz des Tales vor den Gewalten des Stromes, die Regelung der Be- und Entwässerung und die Gewinnung neuen Kultur- und Siedlungslandes — unter den veränderten Nachkriegsverhältnissen keinen Aufschub mehr. Die durch den Verlust unserer landwirtschaftlichen Ueberschußprovinzen gebotene intensivere Ausnutzung der heimischen Scholle, die Notwendigkeit, durch Dezentralisierung der Industrie die Menschenanhäufung auf engem Stadtraum mit ihren üblen sozialen Folgen hintanzuhalten, dadurch die im Lande vielfach übliche Verbindung von Fabrik- und Landarbeit zu fördern und die eingesessene, durch uralte handwerkliche und kunstgewerbliche Tradition für Qualitätsarbeit besonders geschulte Bevölkerung, deren Fleiß und Geschick die verarbeitende Industrie insbesondere in Würtemberg zum guten Teil ihren Ruf und ihre Entwicklung verdankt, bodenständig und arbeitsfreudig zu erhalten, dies zumal in einer Zeit der sozialen Kämpfe und der Bedrohung des Arbeitsfriedens: all' das erforderte baldige Einleitung der genannten Maßnahmen, die aber wegen der hohen Kosten wirtschaftlich nur in Verbindung mit dem Ausbau des Stromes für Schiffahrt- und Kraftzwecke durchführbar waren. So befestigte sich in Südwestdeutschland die Ueberzeugung, daß der Ausbau des Neckars zu einem voll leistungsfähigen, den verkehrswirtschaftlichen Bedürfnissen des Südwestens angepaßten Transportweg und zu einer kohlensparenden Kraftquelle trotz der hohen Kosten unverzüglich in Angriff genommen werden müsse.

Durch die neue Reichsverfassung war der Ausbau der dem allgemeinen Verkehr dienenden Wasserstraßen Aufgabe des Reiches geworden. Wenngleich die Neckarkanalisierung noch nicht begonnen war, so sah sich doch die Reichsregierung vor die Notwendigkeit gestellt, die Wasserstraßenpolitik der südwestdeutschen Länder in stetiger Linie fortzuführen; sie konnte die Berechtigung der Länderbestrebungen um so eher anerkennen, als durch das erwähnte Reichsgesetz von 1911 der Neckarausbau bereits Bestandteil des Wasserstraßenbauprogramms geworden war und die damaligen Voraussetzungen für die Bauwürdigkeit in verstärktem Maße fortbestanden. Auf die dringenden Vorstellungen der drei Uferstaaten erklärte sich die Reichsregierung nach eingehender Prüfung der Wirtschaftlichkeit trotz der ungünstigen finanziellen Lage des Reiches bereit, die Neckarkanalisierung von Mannheim bis Plochingen in Angriff zu nehmen. In einem Nachtrag zum Haushaltsplan für 1920 forderte sie 50 Millionen Mark (etwa $^1/_{15}$ der Gesamtkosten nach damaligen Preisen) als ersten Teilbetrag an, die vom Reichstag bewilligt wurden.

Die Vorlage an den Reichstag war begleitet von einer die wirtschaftlichen Untersuchungen zusammenfassenden Denkschrift [3]). Danach konnte unter Zugrundelegung der Gütermengen und Frachten (zuzüglich Verkehrssteuer) aus der Vorkriegszeit, also ohne Einrechnung des allgemeinen Verkehrszuwachses, aber mit Berücksichtigung der politischen Veränderungen (Abtrennung des Saargebietes) allein in den wichtigsten Massengüterarten — Kohlen, Eisen, Getreide und Mehl, Düngemittel, Mineralöle im Bergverkehr, Holz und Salz im Talverkehr — nach vorsichtiger Schätzung mit einem *Jahresverkehr* von rund 4,5 bis 5 Mill. t (mit bzw. ohne Erhebung von Schiffahrtabgaben) gerechnet werden, wovon 82 v H auf den Bergverkehr und 18 v H auf den Talverkehr entfielen. Das durch Frachtvergleiche auf Grund der bestehenden Verkehrsbeziehungen abgegrenzte Einflußgebiet des Neckars für diese Güterarten umfaßte einen Teil von Baden, fast ganz Württemberg und Hohenzollern, den größten Teil von Südbayern und ein kleines Gebiet in Nordbayern, wobei die über die Reichsgrenzen hinausreichenden Verkehrsbeziehungen nicht berücksichtigt sind. Am Gesamtverkehr waren Württemberg und Hohenzollern mit 61 v H, Bayern mit 28 v H und Baden mit 11 v H beteiligt. Die Gesamtverkehrsleistung wurde zu 729 und bei Abgabenfreiheit zu 807 Mill. tkm, die mittlere Verkehrsdichte von 3,6 bzw. 4 Mill. t/km im Jahr und die durchschnittliche Beförderungsweite je Gütertonne zu 160 km = 80 v H der Kanalisierungsstrecke errechnet. Ferner ergab sich für Plochingen, den Endpunkt der Kanalisierung, noch ein Verkehr von fast 2 Mill. t und für Cannstatt-Stuttgart (km 190) ein solcher von über 1 Mill. t, so daß eine gute Ausnutzung der Wasserstraße auf ihrer ganzen Länge zu erwarten war. In dem Verhältnis zwischen Berg- und Talverkehr konnte mit einer nicht unwesentlichen Verschiebung nach der günstigen Seite gerechnet werden, da die in der Verkehrsermittlung nicht berücksichtigten Güterarten vorwiegend auf den Talverkehr entfielen. Die zu erwartenden Frachtersparnisse ergaben sich zu 4,85 bzw. 9,45 Mill. Mark, je nachdem ob mit Schiffahrtabgaben (im Mittel 0,6 Pf/tkm) oder ohne solche gerechnet wurde; für 1 t waren das durchschnittlich 1,10 bzw. 1,90 Mark.

Für die Ermittlung des *Kraftgewinns* war in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf der oberen Hälfte der Kanalisierungsstrecke der an 100 Tagen, auf der unteren Hälfte der an 185 Tagen im Jahre nicht unterschrittene Abfluß als Ausbauwassermenge zugrunde gelegt. Nach Abzug der Verluste ergab sich ein jährlicher Stromgewinn von 300 Mill. kWh, wovon etwa 130 Mill. auf Württemberg, 150 Mill. auf Baden und 20 Mill. auf Hessen ent-

[3]) Denkschrift über die Kanalisierung des Neckars von Mannheim bis Plochingen. Berlin 1920. Bearbeitet im Reichsverkehrsministerium. Weitere amtliche Denkschriften über die Neckarkanalisierung: Drucksache des Rhein-Wasserstraßenbeirats Nr. 8 — 1926, Reichstagsdrucksache Nr. 3871 (III. Wahlperiode 1924/28).

fielen. Da nach Erlaß des Reichsgesetzes betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft vom 31. März 1919 mit einem Zusammenschluß der Großerzeuger zu rechnen war, konnte angenommen werden, daß die gesamte Strommenge durch Abgabe an die Landessammelschiene würde abgesetzt werden können. Demgemäß wurde der Wert des Wasserkraftstromes entsprechend der Ersparnis an Betriebs-, Unterhaltungs- und Erweiterungskosten gegenüber einer Erzeugung durch Dampfkraftwerke zu 3,33 Pf/kWh (Vorkriegspreis) ermittelt. Die Kosten der Kraftanlagen nebst Zubehör waren zu 35 Millionen Mark nach Vorkriegspreisen veranschlagt.

Danach betrugen bei der Kraftgewinnung

die Einnahmen:	
300 Mill. kWh je 3,33 Pf. =	9 990 000 M
die Ausgaben:	
Verzinsung u. Tilgung 5,5 v H	
Betrieb, Unterhaltung, Erneuerungsrücklage 4,3 v H	
zusammen: 9,8 v H von 35 Mill.	3 430 000 M
Reingewinn:	6 560 000 M.

Hiermit ergab sich für die Rentabilität der Neckarkanalisierung folgende Aufstellung:

Gesamtkosten ohne Kraftanlagen	115 Mill. M
Jahreskosten der Schiffahrtstraße (Betrieb und Unterhaltung) 198 km je 7200 M = 1 430 000 M; zu 5,5 v H kapitalisiert	26 Mill. M
zusammen:	141 Mill. M
Reingewinn aus den Wasserkräften kapitalisiert	119 Mill. M
Kapitaldienst ungedeckt für	22 Mill. M.

Für die Verzinsung und Tilgung dieses Restes kamen neben den Erträgen der erwähnten Robert-Bosch-Stiftung und der Geländewertsteigerung die Schiffahrtabgaben in Betracht. Die in den vergleichenden Frachtberechnungen zugrunde gelegten Abgabensätze hätten eine Jahreseinnahme von 4,37 Millionen Mark ergeben, die allein schon einem Kapital von rund 80 Mill. M entsprach; es konnte also damit gerechnet werden, daß diese Abgabensätze, die den auf dem Ems-Weser-Kanal im Jahre 1914 geltenden glichen, zum Vorteil des Verkehrs ganz wesentlich würden herabgesetzt werden können.

Die bei den Verkehrs- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen gemachten Annahmen, die seinerzeit fast uneingeschränkte Anerkennung fanden, sind durch die Entwicklung in den folgenden Jahren teilweise nicht bestätigt worden, so hinsichtlich des Verhältnisses zwischen Eisenbahn- und Schiffsfrachten und zwischen den Kosten der Stromerzeugung durch Wärmekraft und durch Wasserkraft. Auf diese Veränderungen wird im Abschnitt VI noch eingegangen. Die Ergebnisse jener Berechnungen sind, obwohl heute zahlenmäßig nicht mehr gültig, trotzdem hier wiedergegeben worden, weil sie den hohen Grad von Bauwürdigkeit zeigen, welche der Neckarkanalisierung neben ihrer Bedeutung für die allgemeine Förderung der Landeswirtschaft besonders auch deswegen zukam, weil ihre Rentabilität in privatwirtschaftlichem Sinne bei ihrer Inangriffnahme in einem bei Wasserstraßenbauten seltenen Maße als gesichert anzusehen war.

II. Organisation und Finanzierung des Unternehmens; Neckar-Donau-Vertrag.

Nach Bewilligung der ersten Baurate durch den Reichstag wurden im August 1920 zunächst die für die Vorbereitung und Durchführung der Arbeiten nötigen Behörden errichtet, die dem Reichsverkehrsminister unmittelbar unterstellte *Neckarbaudirektion* mit dem Sitz in Heilbronn, später in Stuttgart, und vier Neckarbauämter in Stuttgart, Heilbronn, Hirschhorn und Heidelberg. Noch im gleichen Jahre wurde, um rasch möglichst viel Arbeitsgelegenheit zu schaffen, mit Erdarbeiten oberhalb und unterhalb von Heilbronn und auf der Strecke Mannheim—Heidelberg angefangen. Weiter übernahm die Neckarbaudirektion die Leitung der Neckarverlegungen zwischen Stuttgart und Eßlingen, die zur Verhütung von Ueberschwemmungen im Rahmen des Gesamtplanes der Neckarkanalisierung von der Stadt Stuttgart und der württembergischen Flußbauverwaltung nach Kriegsende als Notstandsarbeit begonnen worden waren.

Das Bauprogramm vom Jahre 1920 sah die Durchführung der Kanalisierung innerhalb von 12 bis 15 Jahren vor. In Anbetracht der fortschreitenden Geldentwertung und der dem Reiche durch die Kriegslasten und die Neuordnung seiner inneren Verhältnisse bevorstehenden gewaltigen Ausgaben war vorauszusehen, daß das Reich zur Aufbringung der hohen Jahresraten allein nicht imstande sein würde. Die Reichsregierung verhandelte deshalb, während die Arbeiten weitergingen, mit den beteiligten Landesregierungen über eine gemeinsame Finanzierung unter Heranziehung des Privatkapitals. Es kam zum Abschluß des *Neckar-Donau-Vertrages* vom 1. Juni 1921 zwischen dem Reich, Württemberg, Baden und Hessen, in dem sich Reich und Länder verpflichteten, den Plan der Neckar-Donau-Wasserstraße (Neckar bis Plochingen, Kanal Plochingen—Geislingen und Geislingen—Ulm) nach Maßgabe ihrer Finanzlage baldigst zu verwirklichen. In dem Vertrage sind über die verschiedenen Finanzierungsmöglichkeiten Bestimmungen getroffen. In erster Linie sollte die Bildung einer gemischt-wirtschaftlichen Unternehmung auf breiter Grundlage unter Beteiligung von Reich und Ländern angestrebt werden, wozu die Verwertung der Wasserkräfte die Möglichkeit bot. Die Verhandlungen hierüber führten schnell zum Ziele, und am 1. Juni 1921 wurde unter Mitwirkung weitester Kreise der südwestdeutschen Wirtschaft die *Neckar-Aktiengesellschaft* gegründet.

Wie stark der Gedanke der Neckarkanalisierung in der Bevölkerung der drei Länder wurzelte, zeigte sich bei der Aufbringung des Aktienkapitals und späterhin bei der Auflegung von Anleihen der Gesellschaft. Von dem auf 300 Millionen Mark festgesetzten Grundkapital übernahm das Reich 160 Millionen; den Rest brachten mit 100 Millionen die Länder und zahlreiche Kommunalverbände und mit 40 Millionen die Privatwirtschaft auf. Der regen Beteiligung fast aller Bevölkerungskreise wurde durch die Zusammensetzung des Aufsichtsrats Rechnung getragen, in dem außer Reich, Ländern und Kommunen die Elektrizitätswirtschaft, Industrie, Banken, Landwirtschaft, Handwerk und Arbeitnehmer vertreten sind. Ebenso waltete beim Aufbau der Neckarbauverwaltung das Bestreben, den Ausgleich gegensätzlicher Interessen in allen Fragen der Entwurfgestaltung und der Bauausführung zu erleichtern und die Leitung des Unternehmens möglichst freizügig in der Ausnutzung der durch seine privatrechtliche Form gegebenen Möglichkeiten zu gestalten.

Die Rechte und Pflichten der Gesellschaft dem Reiche gegenüber wurden nach Maßgabe des Neckar-Donau-Vertrages in einem Konzessions- und Bauvertrag festgelegt. Danach übernahm die Gesellschaft den Ausbau des Neckars von Mannheim bis Plochingen zur Großschiffahrtstraße für Schiffe von 1200 t Tragfähigkeit und erhielt das Recht, die Wasserkräfte auf dieser Flußstrecke auf die Dauer von 100 Jahren ohne Entschädigung auszunutzen. Die Schiffahrtanlagen mit den Wehren sollen nach Fertigstellung auf das Reich übergehen, das von da ab die Betriebs- und Unterhaltungskosten trägt sowie einen Teil des Anlagekapitals (der später auf 15 Millionen RM nach Fertigstellung der gesamten Neckarkanalisierung festgesetzt wurde) zu verzinsen und zu tilgen hat. Dem Reiche steht es frei, zur Deckung dieser laufenden Kosten und der Kosten für Erneuerungs- und Ergänzungsbauten Schiffahrtabgaben zu erheben. Die Wasserkraftanlagen fallen nach Ablauf der Nutzungsfrist unentgeltlich an das Reich. Ihr Reingewinn kommt alsdann den Uferstaaten zugute.

Das Bauprogramm für die Schiffahrtstraße bedarf der Zustimmung des Reichs und der Uferstaaten. Entwurfbearbeitung und Ausführung wurden der Neckarbaudirektion übertragen, die als Reichsbehörde bestehen blieb, deren Chef aber zugleich Vorstandsmitglied der Gesellschaft wurde; die Entwürfe unterliegen der Genehmigung des Reichsverkehrsministers und der Gesellschaft. Auch die Ausführung des wasserbaulichen Teils der Kraftwerke übertrug die Gesellschaft der Neckarbaudirektion, während sie die Ausführung der Hochbauten, der maschinellen Anlagen, Leitungen usw. selbst übernahm. Der Betrieb der Kraftwerke und die Führung aller mit dem Absatz des Stromes zusammenhängenden Geschäfte, wie z. B. die im Gesellschaftsvertrage vorgesehene und mehrfach durchgeführte Beteiligung an anderen Elektrizitätsunternehmungen ist Sache der Neckar-Aktiengesellschaft, die auch den gesamten Geldverkehr erledigt. Die eigentliche Neckarwasserstraße wird vom Reiche durch die Neckarbaudirektion verwaltet und unterhalten. Die zum Bau nötigen Geldmittel sollte sich die Neckar-Aktiengesellschaft über das Aktienkapital hinaus durch Anleihen unter Bürgschaft von Reich und Uferstaaten beschaffen. Es gelang der Gesellschaft auch, große Beträge auf diesem Wege aufzubringen, die aber, da sie nicht schnell genug verbaut werden konnten und die Anlegung in Devisen sich verbot, zum großen Teil der Inflation zum Opfer fielen bis auf die 5prozentige Neckargoldanleihe von 1923, die fast 5 Millionen Goldmark brachte. Ebenso ging es mit dem mehrfach erhöhten Grundkapital und mit der Robert-Bosch-Stiftung. Nach Umstellung auf Goldmark und nochmaliger Erhöhung beträgt das Grundkapital jetzt 5 360 000 RM.

Der Mangel an Mitteln zwang während der Inflation zur zeitweisen Einstellung der Bauarbeiten. Nach Festigung der Währung zeigte sich, daß das Verhältnis zwischen den Stromerzeugungskosten bei Wasserkraftanlagen und bei Dampfkraftwerken sich infolge stärkerer Steigerung der Baukosten ersterer gegenüber den Kohlenpreisen und besserer Ausnutzung der Wärmekraft zuungunsten der Wasserkraft verschoben hatte. Mit so hohen Ueberschüssen aus der Kraftgewinnung wie in der Wirtschaftlichkeitsberechnung von 1920 (s. Abschnitt I) konnte daher nicht mehr gerechnet werden, wenn sie auch ausreichend erschienen, um die Finanzierung der Kraftwerke sicherzustellen und darüber hinaus die Tilgung der Kosten der Schiffahrtanlagen vor Ablauf der Konzession für die Wasserkraftnutzung zu ermöglichen. Diesen Veränderungen wurde durch Nachträge zum Neckar-Donau-Vertrag Rechnung getragen. Reich und Uferstaaten übernahmen im Verhältnis von etwa 2 : 1 die darlehnsweise Bereitstellung der Baumittel, soweit sie nicht durch Anleihen der Neckar-Aktiengesellschaft beschafft oder aus dem Reingewinn der jeweils fertiggestellten Kraftwerke zur Verfügung gestellt werden können. Das Bauprogramm von 1920 wurde unter Streckung der Bauzeit dahin geändert, daß als demnächstiges Bauziel für die Schiffahrtstraße Heilbronn aufgestellt und für die Strecke Heilbronn—Plochingen vorläufig im wesentlichen der Ausbau für die Kraftgewinnung einschließlich der damit zusammenhängenden auch der Schiffahrt dienenden Anlagen, aber ohne die Schleusen in Aussicht genommen wurde.

III. Der Bauentwurf.

Der Entwurf geht in der Hauptsache davon aus, daß die Kettenschlepperei wegen der Einbauten im Fluß und die Flößerei wegen der Gefällverringerung aufhören muß und daß wegen der Flußkrümmungen nur Schleppzüge mit *einem* 1200 t-Kahn oder mehreren entsprechend kleineren Kähnen zugelassen werden können. Bei der Planung und baulichen Gestaltung der Staustufen waren die äußerst vielseitigen Anforderungen der Schiffahrt und des Güterumschlags, der Kraftgewinnung, der Hochwasser-, Eis- und Geschiebeabführung, der Be- und Entwässerung, der Bodennutzung, der Bebauung, des Landverkehrs und nicht zuletzt die Erhaltung der landschaftlichen Schönheit des Neckartales zu berücksichtigen. Hierauf wird bei der Beschreibung der ausgeführten Staustufen im Abschnitt IV näher eingegangen; es folgen zunächst Angaben über den allgemeinen Aufbau des Kanalisierungsplans, in dessen Rahmen die Sonderentwürfe für die einzelnen Staustufen aufgestellt wurden.

Der Großschiffahrtweg benutzt soweit wie möglich den Strom und verläßt ihn nur da, wo die Schleusen in Durchstiche verlegt oder wo aus besonderen Gründen Seitenkanäle angelegt werden müssen. Durch die hiermit verbundenen Kürzungen wird die Länge des Schiffahrtweges Mannheim—Plochingen von 211,7 auf rd. 200 km vermindert. Das Gesamtgefälle von Plochingen (NN + 247,2 m) bis Mannheim (NN + 86,5 m) beträgt 160,7 m. Es wird unter Mitbenutzung einiger in der Flußstrecke oberhalb Heilbronn vorhandenen Stauanlagen in 26 Staustufen von 2,6 bis 11,1 — i. M. 6,2 m — Gefälle überwunden (Abb. 2). Die Haltungen sind 2,23 bis 13,88 — i. M. 7,8 km — lang. Jede Staustufe besteht aus dem Wehr, der Schleuse und dem Kraftwerk mit Nebenanlagen und Wohngebäuden. Schleuse und Krafthaus liegen wenn möglich beiderseits des Wehrs, bei Anordnung von Seitenkanälen in der Regel an deren unterem Ende.

Die *Wehre* erhalten sämtlich bewegliche eiserne Verschlüsse; der feste Wehrrücken ist gewöhnlich in Höhe der Flußsohle angeordnet, um bei Hochwasser den ganzen Flußquerschnitt freigeben zu können. Bei der Wahl der Verschlüsse und der Oeffnungsweiten war das Erfordernis möglichst langer Aufrechterhaltung des Staus für den Schiffahrt- und Kraftbetrieb sowie schneller und sicherer Freilegung großer Oeffnungen bei Hochwasser und Eisgang maßgebend. Zur Anwendung kommen Walzen-, Segment- und Schützenverschlüsse bis zu 45 m Einzellänge, z. T. mit aufgesetzten Eisklappen; alle neueren Fortschritte zur Verbesserung der Regulierfähigkeit, wie mehrteilige Schütztafeln, Versenkwalzen (bis 1,2 m absenkbar) sind beim Bau fortlaufend berücksichtigt. Einige Wehre sind mit Straßenbrücken verbunden.

Die *Schleusen*abmessungen sind durch den erwähnten Normalschleppzug bedingt, dessen Maße sind:

1200 t-Kahn	80 × 10,25 × 2,3 m
Schlepper von 200 PSi .	25 × 4,5 × 1,8 m.

Danach ist gewählt die

nutzbare Länge	zu 110 m
nutzbare Breite	zu 12 m
Drempeltiefe mindestens . . .	zu 3,2 m.

Zum Verschluß der Schleusen dienen Stemm-, Schlag- und Hubtore. Die zuerst erbauten Schleusen haben Umläufe. Bei den neueren erfolgt das Füllen und Leeren der Kammern durch Torschützen und durch Lüften der Tore, wobei die in den letzten Jahren entwickelten Vorrichtungen zur Verminderung der die Fahrzeuge gefährdenden Spiegelschwankungen und Strömungen Verwendung finden. Sämtliche Antriebe sind ebenso wie bei den Wehren elektrisch.

Vorläufig ist an jeder Staustufe nur eine Schleuse vorgesehen, doch wird der Grunderwerb auf die für zweite Schleusen erforderlichen Flächen ausgedehnt. Bei Annahme von 280 Betriebstagen zu durchschnittlich 14 Stunden reicht eine Schleuse je Staustufe für einen Verkehr bis zu 5 Millionen t, was der Verkehrsermittlung von 1920 entspricht. An den Staustufen Ladenburg und Heidelberg sind von vornherein Doppelschleusen gebaut worden, weil der nachträgliche Einbau zweiter Schleusen nur unter großen baulichen und betrieblichen Schwierigkeiten möglich sein würde.

Für die Flußstrecke zwischen den Schleusen sind als Mindestabmessungen 36 m Sohlenbreite und 2,5 m Tiefe unter hydrostatischem Stau festgesetzt. Zur Einhaltung

dieser Maße sind Abflachungen einiger Krümmungen und teilweise Baggerungen an den oberen Enden der Haltungen erforderlich. Wo starke Flußwindungen mit Staustufen zusammenfallen, werden sie nach Möglichkeit durch Seitenkanäle abgeschnitten, in denen Schleuse und Kraftwerk Platz finden. Die Seitenkanäle zweigen wenigstens 100 m oberhalb der Wehre ab und erhalten zweischiffigen Querschnitt (Abb. 2) mit 27 m Sohlenbreite, 3,2 m Tiefe und 1,5- bis 2fachen Böschungen, was dem vierfachen Tauchquerschnitt des 1200 t-Kahns entspricht. Soweit jedoch der Seitenkanal zugleich der Schiffahrt und der Zuleitung des Betriebswassers zum Kraftwerk dient, wird außerdem die Querschnittgröße dadurch bestimmt, daß die mittlere Fließgeschwindigkeit auch beim stärksten Abmahlen 0,7 m/sek nicht überschreiten soll. Die dazu notwendige Vergrößerung des Querschnitts erfolgt im allgemeinen durch Vertiefung, wodurch der hydraulische Radius vergrößert und der Gefällverlust verringert, außerdem an Grunderwerb gespart wird. Zur Dichtung wird bei durchlässigem Untergrund auf der Kanalsohle eine 40 cm starke Lehmschicht mit 80 cm Kiesabdeckung zum Schutz gegen Schiffsanker eingebracht; die Böschungen werden unter Wasser mit Beton 20 cm stark und in Höhe des Wasserspiegels mit Steinpflaster in Zementmörtel auf Betonunterlage abgedeckt.

Die lichte Höhe unter Brücken ist auf 6 m über HSW festgesetzt.

Zur Aufrechterhaltung der Fischerei sind bei einer Anzahl Staustufen Fischwege an den Wehren oder an den Bauwerken der Seitenkanäle angeordnet, auch beteiligt sich die Bauverwaltung an den Kosten, welche die Fischereiberechtigten für den Einsatz von Jungfischen in einzelnen Flußstrecken aufwenden.

Schutz vor Hochwasser und Eisgang und Liegeplätze findet die Schiffahrt in den bestehenden Hafenanlagen in Mannheim und Heilbronn, in den Seitenkanälen und Altarmen sowie in den nach und nach für den Güterumschlag und die Industrieansiedlung entstehenden Häfen. Der Bau dieser Häfen und der Umschlagstellen bleibt den Kommunen und Privaten überlassen, soweit er nicht gegen Beitragleistung von der Bauverwaltung mit ausgeführt wird. Größere Hafen- und Umschlaganlagen sind bei Heilbronn (bereits im Bau), Stuttgart und Plochingen geplant.

Kraftwerke sind nach dem Gesamtplan der Neckarkanalisierung an allen Staustufen vorgesehen. Bei Vollausbau ist etwa folgender Kraftgewinn zu erwarten:

Bauabschnitt	Mittlere Leistung kW	Mittlere Brutto-Jahresarbeit Mill. kWh
Mannheim—Heilbronn	28 300	248
Heilbronn—Plochingen	13 800	120
zusammen	42 100	368

Die mittlere Leistung der einzelnen Werke schwankt zwischen 383 und 4300 kW, die erzeugbare Jahresarbeit zwischen 3,1 und 37,5 Millionen kWh. Die Ausbauleistung wird jeweils erst endgültig festgesetzt, wenn der Stromabsatz gesichert ist. Die Energie wird zum größten Teil an die der Landeselektrizitätsversorgung dienenden Unternehmungen abgegeben und den Sammelpunkten mit 20 kV-Spannung zugeführt, wo sie dann auf die Spannung der Landessammelschiene, 110 kV, erhöht wird. Ferner beziehen Strom einige städtische Elektrizitätswerke sowie von den zahlreichen am Neckar bestehenden kleineren Wassertriebwerken diejenigen, die nicht bestehen bleiben und nicht mit Geld abgelöst werden. Ueber den Aufbau der Kraftwerke sind bei der Beschreibung der ausgeführten Staustufen im folgenden Abschnitt weitere Angaben gemacht.

Eine wichtige Rolle spielten bei der Entwurfbearbeitung die Fragen des Hochwasserschutzes und der Geländeerschließung zu landwirtschaftlichen, Siedlungs- und Verkehrszwecken. Die Hochwassergefahr ist im Neckartal deswegen so bedrohlich, weil in dem hügeligen Lande die Zuflüsse bei Regen und Schneeschmelze außerordentlich schnell anwachsen. Im Winter kommt hierzu die Gefahr von Eisversetzungen an den zahlreichen Engstellen und in der Mündungsstrecke durch Rückstau des Rheins. Der Hochwassergefahr steht gegenüber der Wassermangel während der langen Niedrigwasserzeiten. Hierdurch wird nicht nur der Ertrag des landwirtschaftlich genutzten Talgrundes geschmälert, weite Flächen im Ueberschwemmungsgebiet sind überhaupt dem Anbau und der Besiedlung entzogen, worunter auch der Landverkehr erheblich leidet. Durch Verbreiterung, Verlegung und Eindeichung des Strombettes, durch Beseitigung von Abflußhindernissen, Aufhöhung von tiefliegendem Gelände und Verfüllung von Buhnenfeldern wird hierin durchgreifend Wandel geschaffen. Die Lage der Staustufen ist nach Möglichkeit so gewählt, daß Grundwasserstand und Vorflut günstig geregelt und Bewässerungsanlagen geschaffen werden können. Etwa 1500 ha Talboden werden auf diese Weise teils verbessert, teils der Nutzung neu zugeführt, wovon rd. 400 ha auf die Strecke Mannheim—Heilbronn, 1100 ha auf die Strecke Heilbronn—Plochingen und im ganzen rd. 1200 ha auf die bereits ausgeführten oder im Bau befindlichen Staustufen entfallen.

Im Zusammenhang mit diesen Maßnahmen wurden und werden seitens der beteiligten Stadtgemeinden umfangreiche Vorarbeiten für die Erschließung der der Ueberschwemmung entzogenen Flächen und für die Verbesserung der Verkehrsverhältnisse geleistet, so besonders im Gebiete von Heilbronn und von Groß-Stuttgart, wo die starke Zusammenballung der Industrie die Stadtverwaltungen vor zahlreiche Aufgaben städtebaulicher, siedlungs- und verkehrstechnischer Natur gestellt hat, die erst in Verbindung mit dem Neckarausbau gelöst werden können. Auch auf dem umfassenderen Gebiete der Landesplanung bringt die Neckarkanalisierung wichtige Aufgaben ihrer Lösung näher. In der Erkenntnis, daß das ganze Neckartal mit seinen Seitentälern einen einheitlichen Wirtschaftskörper bildet, dessen Lebensadern die drei ihn streckenweise gleichlaufend durchziehenden Verkehrswege — Wasserstraße, Eisenbahn und Landstraße — sind, haben die Kommunen, Verkehrsverbände und sonstige berufene Stellen die Arbeit aufgenommen, um die verkehrssteigernde, dabei dezentralisierende Wirkung des Neckarausbaus überall in die richtigen Bahnen zu lenken. Die Ziele liegen hier zwar noch weit, müssen aber rechtzeitig erkannt und verfolgt werden, wenn aus der Kanalisierung der höchste Nutzen für die Entwicklung und zweckmäßige Gliederung der Gesamtwirtschaft herausgeholt werden soll.

Bei der äußeren Gestaltung der Staustufen kam es darauf an, die landschaftlichen Reize des Neckartales, die sich an einigen Stellen, bei Heidelberg, im Burgenland bei Neckarsteinach und auch im Gebiet von Cannstatt, zu besonderer Schönheit erheben, nach Möglichkeit unberührt zu lassen und bei aller Wahrung der Zweckmäßigkeit und Betriebsicherheit den ästhetischen Forderungen zu genügen. Für die gute Einpassung der Anlagen in das Landschaftsbild waren entsprechende Gliederung, eine seinem Charakter Rechnung tragende Formgebung der Bauwerke und geeignete Materialwahl die Mittel, die dem Ingenieur und seinem künstlerischen Berater zur Verfügung standen. Wie aus der Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt die ausdrucksvollen Formen entstanden, die viele Bauwerke der Neckarkanalisierung aufweisen, ist in dem zweiten Teil des Aufsatzes (S. 104) erläutert. Eine Würdigung der baukünstlerischen Gestaltung der Wehre findet sich ferner in der Abhandlung von Grzywienski „Die mustergültige Gestaltung von Wehranlagen" im „Bauingenieur" 1929, S. 463 und 478.

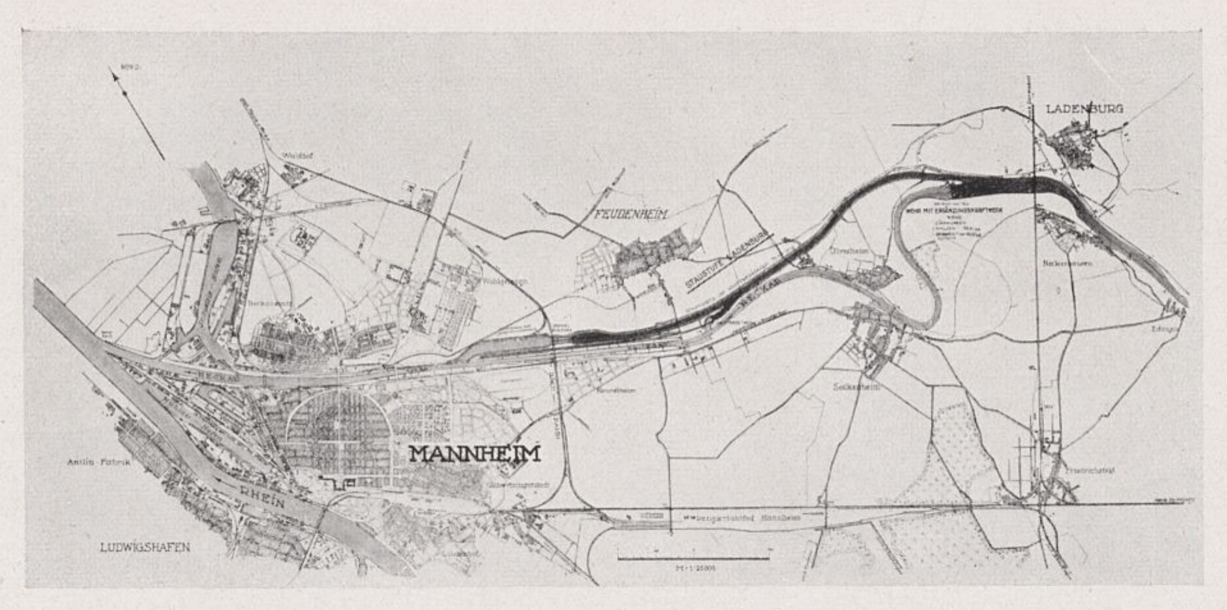


Abb. 3. Lageplan der Staustufe Ladenburg.

IV. Die Bauausführung.

Stand der Arbeiten. Die bei Baubeginn besonders dringliche Deckung des Energiebedarfs (vgl. Abschnitt I) und die Notwendigkeit der Arbeitsbeschaffung wie auch die in Aussicht genommene Gesamtbauzeit erforderten es, längs der ganzen Kanalisierungsstrecke an mehreren Stellen zugleich mit den Arbeiten zu beginnen, statt wie üblich den Bau von unten her stromauf vorzutreiben. Zuerst wurden diejenigen Staustufen in Angriff genommen, deren Bau in Hinsicht auf die Erfüllung möglichst vielseitiger Zwecke am dringlichsten erschien. Zwischen Mannheim und Heilbronn waren das die Staustufen Ladenburg, Wieblingen, Neckarsulm, oberhalb Heilbronn die Staustufen Horkheim, Unter- und Obertürkheim (Neckarverlegung) und Obereßlingen. Aber schon Ende 1922 mußten wegen Geldmangel die Arbeiten bei Ladenburg, Horkheim und Obereßlingen stillgelegt werden. Sie wurden bei Ladenburg im Jahre 1923 wieder aufgenommen, nach weiterer Unterbrechung aber erst 1927 vollendet. Die Neckarverlegungen bei Ober- und Untertürkheim, die zur Verbesserung der Hochwasserabführung und zur Geländeerschließung besonders dringlich waren, wurden 1923/24, die Staustufen Wieblingen und Neckarsulm Ende 1925 fertiggestellt.

Der Wiederaufnahme der in der Kanalisierungsstrecke Heilbronn—Plochingen begonnenen Arbeiten bei Horkheim und Obereßlingen und der Inangriffnahme weiterer Staustufen in dieser Strecke sowie in der Strecke unterhalb Heilbronn stellten sich zunächst erhebliche Schwierigkeiten entgegen, da die Entwicklung der wirtschaftlichen Verhältnisse Zweifel entstehen ließ, ob die Fortsetzung der Arbeiten nach dem bisherigen Bauplan ratsam und finanziell tragbar sei, und insbesondere da aus Heidelberger Kreisen wegen der befürchteten Verunstaltung des Landschaftsbildes der Fortführung der Kanalisierung über Heidelberg hinaus lebhaft widersprochen wurde. Erst nachdem über das weitere Bauprogramm und die Finanzierung Klarheit geschaffen war (vgl. Schluß des Abschnitts II) und der Heidelberger Streit auf Grund der Ergebnisse eines Preisausschreibens, das befriedigende Lösungen für die Einpassung der Staustufe in die Landschaft brachte, seine Erledigung gefunden hatte, war der Weg für den Fortgang des Baues frei. Nach Abschluß von Verträgen über den Stromabsatz wurden die Arbeiten bei Horkheim und Obereßlingen 1927 wieder aufgenommen; sie sind jetzt beendet. Im gleichen Jahre begannen die Arbeiten an den Staustufen Heidelberg, Cannstatt und Münster. Bei den letzteren handelt es sich besonders um umfangreiche Hochwasserschutzmaßnahmen im Zusammenhang mit der Geländeaufschließung im Stadterweiterungsgebiet von Stuttgart. Die Staustufe Heidelberg wurde 1929 vollendet und im Anschluß daran der Bau der beiden folgenden Staustufen Neckargemünd und Neckarsteinach begonnen. Nach Beendigung der hier und bei Cannstatt im Gange befindlichen Arbeiten, die für dieses, spätestens für das nächste Jahr zu erwarten ist, wird der Ausbau folgenden Stand erreicht haben:

Bauabschnitt	Gegenstand des Ausbaus	Länge i. g. km	Fertig		Kraftgewinn Mill. kWh im Jahr
			km	Staustufen	
1. Mannheim—Heilbronn (12 Staustufen)	Schiffahrtstraße mit Kraftausnutzung	114	59	6	141,3
2. Heilbronn—Plochingen (14 Staustufen)	Teile der Schiffahrtstraße (ohne Schleusen), Kraftausnutzung	86	28	4	40,0
	zusammen	200	87	10	181,3

Die Staustufen der Strecke Mannheim—Heilbronn.

Auf der Strecke Mannheim—Heidelberg war es mit Rücksicht auf die durch Rückstau des Rheins erschwerte Eisabführung nötig, das Neckarbett, soweit angängig, frei von Einbauten zu halten und das unterste Wehr möglichst weit stromauf zu legen. Das erforderte die Anlage von Seitenkanälen, die so lang bemessen wurden, daß das Gefälle an zwei Stufen bei Ladenburg und Wieblingen zusammengefaßt werden konnte.

Staustufe Ladenburg (Abb. 3). Das Wehr (Abb. 4) liegt 14 km oberhalb der Neckarmündung und hat drei Oeffnungen, eine 36 m weite Mittelöffnung mit 5,5 m hohem Segmentverschluß, dessen oberer Teil als Eisklappe (1,5 m hoch) ausgebildet ist, und zwei 45 m weite Seitenöffnungen, die durch 4,5 m hohe Walzen verschlossen sind. Mit dem Wehr ist ein kleines Kraftwerk nebst zwei Wärterwohnungen vereinigt, welches die im Fluß zu belassende Mindestwassermenge von 5 m^3/sek und darüber bis zu 10 m^3/sek bei i. M. 4 m Gefälle ausnutzt.

150 m oberhalb des Wehres zweigt der Seitenkanal ab, der mit 7,33 km die größte Länge aller Seitenkanäle am Neckar hat. Nahe der Abzweigung ist er zur Gewinnung einer Umschlagstelle für die Stadt Ladenburg auf drei Schiffslängen verbreitert. Bei km 4,13 des Seitenkanals liegt das Hauptkraftwerk in einem Durchstich vom Kanal zum Fluß; sein Auslauf mündet an der Stelle in den Fluß, bis zu der bei Mittelwasser der Rückstau des Rheins reicht. Nach weiteren 1,9 km folgt die Doppelschleuse, an die sich der 1,3 km lange Unterkanal anschließt. Oberhalb des Kraftwerks hat der Kanal entsprechend der größten Kraftwassermenge von 100 m^3/sek und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 0,7 m/sek 143 m^2 Querschnitt, d. i. der sechsfache Tauchquerschnitt eines voll beladenen 1200 t-Kahns. Die Tiefe beträgt 3,7



Abb. 4. Staustufe Ladenburg, Wehr mit Wehrkraftwerk vom Unterwasser. Mitwirkender Architekt: Oberbaurat Dr. Schmieder, Heidelberg.
Aufnahme der M. A. N.

bis 3 m. Zwischen Kraftwerk und Schleusenvorhafen ist der normale zweischiffige Querschnitt vorhanden. Der obere Vorhafen ist 300 m lang und bis 74,5 m breit. Der Unterkanal mündet dicht bei Mannheim in den Neckar; er dient auf ganzer Länge zugleich als Umschlaghafen, u. a. für ein großes Werk der chemischen Industrie, und hat deswegen 62 m Sohlenbreite erhalten. Das Ufergelände hat die Stadt Mannheim durch Straßen- und Gleisbauten für die weitere Besiedlung erschlossen. Da die Dämme des Seitenkanals nicht hochwasserfrei gelegt werden konnten, wurde zum Schutz gegen Ueberströmung an seiner oberen Abzweigung ein mit einer Straßenbrücke vereinigter Hochwasserabschluß (Abb. 5) eingebaut, bestehend aus einem zweiteiligen eisernen Hubtor von 40 m Lichtweite und 8,3 m Höhe, das beim Heben auf 4,9 m zusammengeschoben wird.

Die Doppelschleuse (Tafel 2 u. Abb. 35 bis 39) hat ein größtes Gefälle (bei Rhein-NW) von 10 m. Ihre beiden Kammern sind durch einen verschließbaren Kanal in der 5,5 m starken Mittelmauer verbunden, um sie gegenseitig als Sparbecken (zur Verminderung von Kraftwasserverlust) benutzen zu können. Unterdrempel und Sohle der Kammern sind wegen etwaiger Vertiefung der Rheinsohle auf 3,5 m unter NNW gelegt. Die Schleuse erhält ihr charakteristisches Gepräge durch die sechs Eisenbetontürme von 17 und 21 m Höhe, die die Hubtore mit ihren Antrieben und den Kommandostand tragen. Die Obertore sind mit 1 m hohen Eisklappen versehen. Die Füllung der umlauflosen Schleuse erfolgt durch langsames Lüften des Obertores zunächst um 0,5 m; dabei strömen 34,5 m³/sek aus dem Oberkanal ein. Kurz vor der Ausspiegelung wird das Tor mit 8,8 cm/sek Geschwindigkeit bis 6 m über Wasserspiegel hochgefahren. Zum Entleeren der Kammer werden die drei im Untertor eingebauten Segmentschützen geöffnet; das Tor fährt nach der Ausspiegelung mit 18 cm/sek Geschwindigkeit hoch. Die Strömungsenergie des Schleusungswassers wird durch Wasserwalzen unschädlich gemacht, die in Bremskammern hinter dem einen Unterhaupt durch eine Zahnschwelle erzeugt werden[4]). Diese Anlage, durch die der Betrieb vereinfacht, die Schleusungszeit verringert und an Baukosten gespart wurde, hat sich bisher bewährt.

Sämtliche Bauwerke sind in Beton (z. T. mit Vorsatzbeton) errichtet und zwischen eisernen Spundwänden unter Grundwassersenkung im Trocknen gegründet. Der starke Wasserandrang in dem kiesigen, vielfach mit Geröll durchsetzten Untergrund erforderte umfangreiche Wasserhaltungsanlagen. Das Wehr wurde in zwei Teilen ausgeführt. Innerhalb der jedesmal eine Flußhälfte einnehmenden, mit Larssenwänden umschlossenen Baugrube wurden nach dem Auspumpen die Bauwerkspundwände geschlagen. Nach Einbau von Filterbrunnen und Absenkung des Grundwassers konnte der Aushub und die Gründung im Trocknen erfolgen. Beim Kraftwerk und bei der Schleuse, deren Gründungssohle wegen schlechten Baugrundes sehr tief zu liegen kam, mußte das Grundwasser in zwei und drei Staffeln bis zu 12,3 m abgesenkt werden, wobei bis zu 1000 l/sek gefördert wurden.

Für das Hauptkraftwerk (Tafel 2) ist die Ausbauwassermenge auf den an 180 Tagen im Jahre nicht unterschrittenen Abfluß = 100 m³/sek bei einem Normalgefälle von 6,8 m bemessen. Um auch kleinere Wassermengen ausnutzen zu können, sind drei Turbinen mit stehender Welle von je 2800 PS

[4]) Näheres s. „Bautechnik" 1928, S. 447.

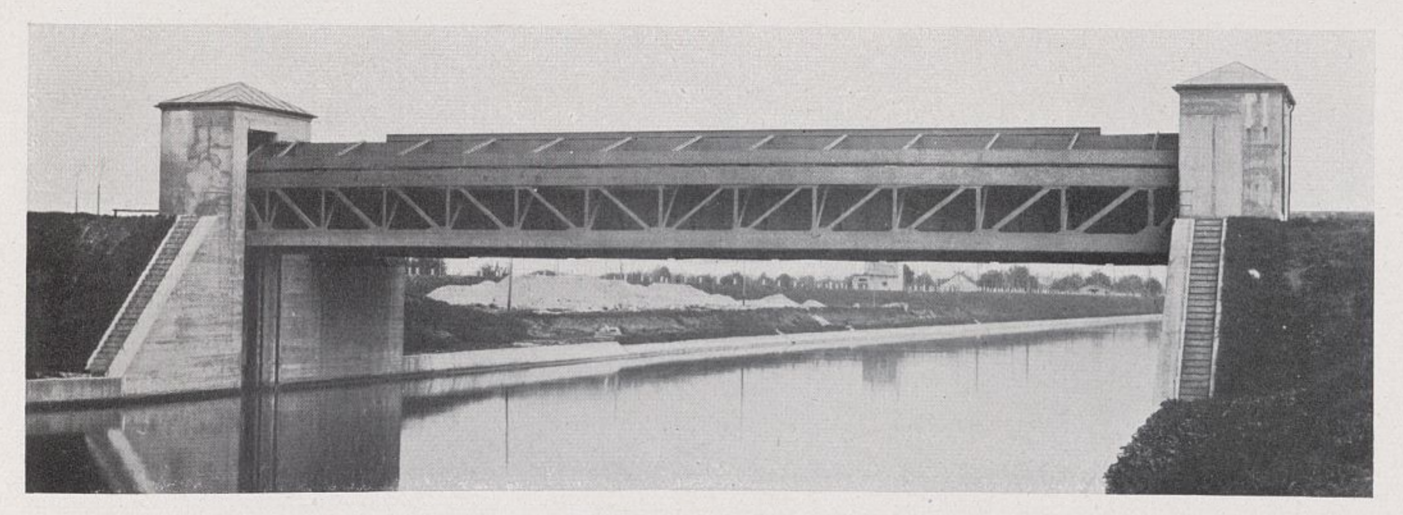


Abb. 5. Staustufe Ladenburg. Hochwasserabschluß mit Straßenbrücke im Seitenkanal. Mitwirkender Architekt: Oberbaurat Dr. Schmieder, Heidelberg.
Aufnahme der M. A. N.

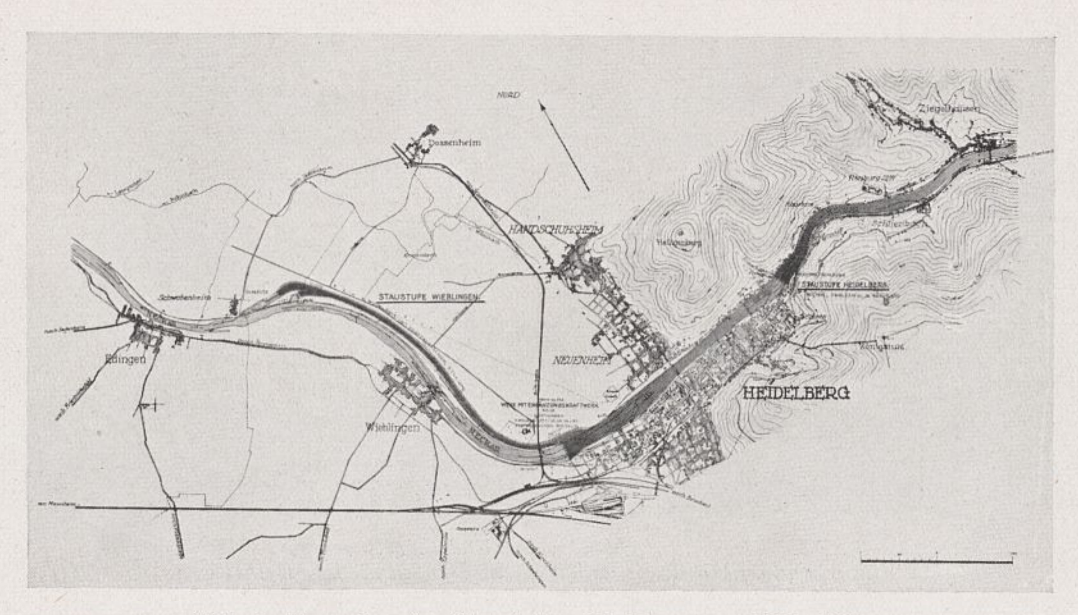


Abb. 6. Lageplan der Staustufen Wieblingen und Heidelberg.

Höchstleistung bei 167 Uml/min. aufgestellt, darunter eine Kaplan-Turbine mit beweglichen Laufradschaufeln, die bis herab zu 40 v H Beaufschlagung noch einen guten Wirkungsgrad besitzt. Die drei Turbineneinlaufkammern werden durch Rollschütze mit Druckölantrieb abgeschlossen. Mittels Drucköls wird auch die Turbinenregelung betätigt. Die Rechen werden mittels Voith'scher Reinigungsmaschinen freigehalten. Neben den Turbinenkammern ist ein Leerschuß und neben dem Kraftwerk eine Fischtreppe angeordnet. Die mit den Turbinenwellen gekuppelten Schirmgeneratoren leisten 2750 kVA bei cos $\varphi = 0{,}7$ und 50 Per. Zu jedem Aggregat gehört ein Transformator, in dem die Spannung von 5000 auf 20 000 V erhöht wird. In der Nähe des Kraftwerkes wurden das Schalthaus (Eisenbeton) und zwei Wohngebäude für das Maschinenpersonal errichtet. Die jährlich erzeugbare Energie beträgt etwa 35 Mill. kWh. Sie wird an die A.-G. Großkraftwerk Mannheim abgegeben, an deren Gründung im Jahre 1921 die Neckar-A.-G. beteiligt war.

Im Wehrkraftwerk werden mittels einer Kaplan-Turbine von 427 PS und 214 Uml/min 1,8 Mill. kWh jährlich erzeugt.

An weiteren Bauwerken waren im Bereich der Staustufe Ladenburg infolge Unterbrechung von Verkehrswegen durch den Seitenkanal eine gewölbte und drei eiserne Straßenbrücken sowie eine zweigleisige Eisenbahnbrücke zu erstellen. Baggerungen waren zur Herstellung der Mindestfahrwassertiefe von 2,5 m nur in geringem Umfange am oberen Ende der Haltung nötig.

Staustufe Wieblingen (Abb. 6). Lage und Stauhöhe des Wehrs (km 24,28) sind außer durch die Reichweite des Ladenburger Staus und die örtlichen Verhältnisse durch die Lage des Heidelberger Wehrs (s. dort) bedingt. Wegen der wechselnden Höhenlage der Flußsohle ist das Wehr (Abb. 7) in sechs Oeffnungen unterteilt. Vier davon werden durch Walzen mit je 27,1 m l. W. und zwei durch 20 m weite M. A. N.-Doppelschützen verschlossen. Die Höhe der Verschlußkörper beträgt 3,9 bis 5,5 m. Mit dem Wehr ist auch hier ein kleines Wehrkraftwerk vereinigt. Das Bedienungspersonal wohnt in einem in der Nähe errichteten Gebäude.

Der 5,2 km lange Seitenkanal zweigt 250 m oberhalb des Wehrs rechts ab. Da das dicht an den Fluß herantretende rechte Hochufer nur wenig Raum ließ, mußte längs der Abzweigung und noch weiter stromab an Stelle eines Trennungsdammes zwischen Kanal und Fluß eine 620 m lange Betonmauer errichtet werden, in welcher unterhalb des Wehres eine Fischtreppe eingebaut wurde. Der Kanalquerschnitt ist der gleiche wie bei der Staustufe Ladenburg; in Krümmungen unter 1500 m Halbmesser ist er verbreitert, der geringste Halbmesser ist 650 m. Das Gefälle der Sohle beträgt 0,15 v T, das Spiegelgefälle bei MW 0,053 v T.

Schleuse und Kraftwerk liegen am unteren Ende des Seitenkanals, zwischen beiden der 500 m lange obere Vorhafen. Die Schleuse hat 8,5 m Gefälle und ist mit Torumläufen und Stemmtoren versehen, deren unteres gegen eine Ueberfahrtbrücke anschlägt. Die Vorhäfen sind so gestaltet, daß später eine zweite Schleuse neben der ersten Platz findet. Der Unterkanal mündet 600 m unterhalb des Kraftwerkauslaufs in den Neckar. Die Gründung der Bauwerke verursachte auch hier wegen starken Wasserandrangs in dem Gerölluntergrund teilweise große Schwierigkeiten und Kosten. In der Schleusenbaugrube wurde das Grundwasser mittels 100 Filterbrunnen in zwei Staffeln um 8 m gesenkt; 15 Kreiselpumpen mit 250 bis 400 mm Durchmesser förderten unter Anwendung von Heberleitungen bis zu 1800 l/sek.

Mit dem Aushub aus dem Seitenkanal wurde Gelände im Ueberschwemmungsgebiet links oberhalb des Wehrs aufgehöht und zu einem Teil als Umschlagstelle für die Stadt Heidelberg eingerichtet. Die Anlage des Seitenkanals erforderte die Verlängerung und Hebung einer ihn kreuzenden Eisenbahnbrücke um 2,40 m sowie den Bau eines Dückers zur Ableitung städtischer Abwässer. Neben der Schleuse wurde eine Siedlung für das Personal von Schleuse und Kraftwerk erbaut.

Im Hauptkraftwerk werden 105 m^3/sek (an 170 Tagen vorhanden) zur Erzeugung von max. 8435 PS bei einem Gefälle von 8,5 m ausgenutzt. Die drei langsam laufenden Francis-Einradturbinen mit stehender Welle arbeiten mittels Zahnradgetriebe auf drei liegende Generatoren von 2600 kVA Leistung. Die Einschaltung von Zwischengetrieben zur Erhöhung der Umlaufzahl von 93,7 auf 750 ergab die geringsten Gesamtkosten bei günstigstem Wirkungsgrad. Die Stirnräder haben Schrägverzahnung, das Ritzel ist mit dem Generator durch eine Torsionswelle verbunden. Die Maschinenspannung von 5000 V wird wie in Ladenburg auf 20 000 V hochgespannt. Die gesamte Energie — etwa 35 Mill. kWh jährlich — wird an die Badische Landeselektrizitätsversorgungs - A. G. (Badenwerk) abgegeben. Im Wehrkraftwerk sind zwei Francis-Turbinen von 726 und 706 PS und 100 bzw. 68 Uml/min aufgestellt, die mittels Zwischengetrieben (1 : 10 bzw. 1 : 11) zwei Generatoren antreiben und jährlich etwa 5 Mill. kWh erzeugen, die von einem nahegelegenen Zementwerk abgenommen werden.

Staustufe Heidelberg (Abb. 6). Die Durchführung des Großschiffahrtweges durch das Heidelberger Tal, diesen Glanzpunkt deutscher Stromlandschaft mit seinen der Geschichte angehörenden Stätten und Baudenkmälern, stellte die Neckarbauverwaltung vor eine ganz besonders schwierige und verantwortungsvolle Aufgabe.



Abb. 7. Staustufe Wieblingen, Wehr mit Unterkanal des Wehrkraftwerks. Mitwirkender Architekt: Professor Abel, München.
Aufnahme: der M. A. N.

Am liebsten hätten es die Stadt Heidelberg und die auf den Schutz des Neckartales bedachten Kreise gesehen, wenn die Stauanlage gänzlich außerhalb des Stadtbereiches geblieben wäre. Das ließ sich aber unter den gegebenen Verhältnissen nicht durchführen. So mußte alles daran gesetzt werden, um den herrlichen Gesamteindruck des Stadtbildes unter Erhaltung der altehrwürdigen Karl-Theodor-Brücke durch möglichst unauffällige, dabei aber formvollendete Gestaltung der Stauanlage zu wahren.

Nicht weit oberhalb der Karl-Theodor-Brücke vollzieht sich im Untergrund der Uebergang vom diluvialen Schotter der Rheinebene zum Granit des Neckartales. Bis hierhin reicht der Stau von Wieblingen. Im letzten Teil dieser Staustrecke mußte die Flußsohle zur Erzielung der notwendigen Fahrwassertiefe bereits um etwa 1 m vertieft werden. Den Stau höher zu legen verbot die Höhenlage der Flußufer und die Heidelberger Kanalisation, auch wäre die Karl-Theodor-Brücke bei höherem Einstau in ihrem Gesamteindruck beeinträchtigt worden. Aus den gleichen Gründen kam auch eine Lage der Stauwerke unterhalb der Brücke nicht in Betracht. Die Stauanlage mußte also oberhalb der Brücke in genügender Entfernung von ihr Platz finden. Als äußerste Lage kam hier das Ende der Schotterstrecke in Frage, weil sonst die erwähnte Sohlenvertiefung in die Felsstrecke hineingereicht und umfangreiche Sprengungen erfordert hätte. Bei der hiernach im Einvernehmen mit den baukünstlerischen Beratern gewählten Lage (Abb. 10) zwischen Karlstor (linkes Ufer) und Hirschgasse (rechtes Ufer) ist die Entfernung der Stauanlage von der Brücke und vom Stadtkern groß genug, um für den Beschauer eine unerwünschte Wechselwirkung auszuschließen.

Das Flußbett bietet an dieser Stelle (km 27,858) gerade noch Platz für das Wehr und die Schleuse, die unter den obwaltenden Umständen von vornherein als Doppelschleuse ausgeführt werden mußte. Auf Ausnutzung der Wasserkraft in dem bei den übrigen Staustufen gebotenen Umfange wurde verzichtet, weil die dabei notwendige Anhäufung großer Baumassen, die höhere Anstauung, Eingriffe in die Ufer usw. mit der Wahrung des romantischen Landschaftscharakters kaum zu vereinigen gewesen wären. Lediglich zur Lieferung von Ersatzstrom an die neben der Stauanlage am linken Ufer gelegene Herrenmühle, welche die Wasserkraft seither schon ausnutzte, wurde eine kleine, äußerlich nicht in Erscheinung tretende Kraftanlage eingebaut.

Für die Gestaltung des Wehres (Abb. 8, Tafel 1 u. Abb. 40) waren neben der Forderung unbedingter Betriebssicherheit zur Erzielung eines guten Gesamteindrucks folgende Gesichtspunkte maßgebend: geringe Pfeilerzahl, nied-

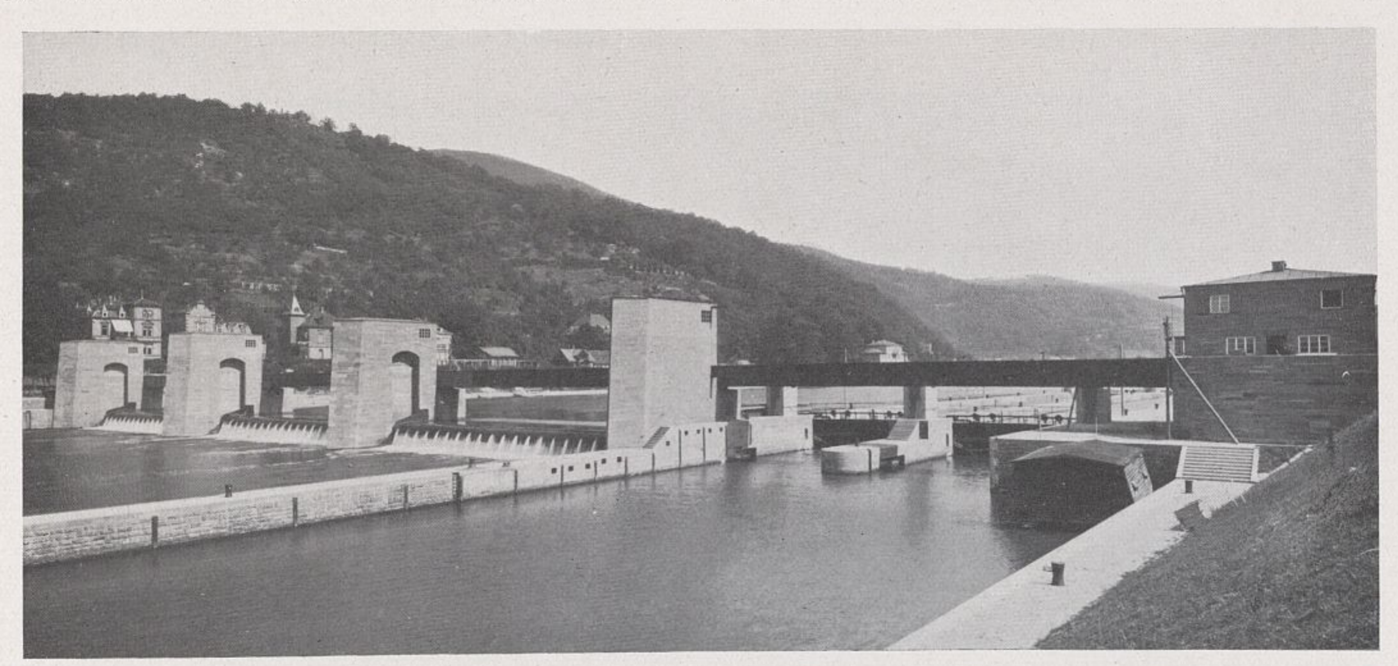


Abb. 8. Staustufe Heidelberg, Wehr mit Unterhaupt der Doppelschleuse. Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.
Aufnahme: Dr. Lossen u. Ko., Stuttgart.

Abb. 9.
Staustufe Heidelberg, Pfeilersicherung der Karl-Theodor-Brücke



riger Stau, ständige Ueberströmung der Verschlüsse. Ein im Jahre 1925 veranstalteter Wettbewerb[5]) brachte in dieser Hinsicht manche wertvolle Anregung. Bei der weiteren Entwurfbearbeitung kam man jedoch von Vorschlägen für versenkbare Verschlüsse, die keine hohen Aufbauten erfordern, wieder auf ein Hubwehr zurück, weil hierbei zum Vorteil der Betriebssicherheit eine gute Unterhaltung aller beweglichen Teile möglich ist. Das Wehr wurde in drei Oeffnungen von je 40 m l. W. unterteilt, die durch 4,10 m hohe eiserne Walzen (Zylinderdurchmesser 3,3 m, Schildhöhe 0,8 m) verschlossen werden. Infolge des Verzichts auf größeren Kraftgewinn konnte der Normalstau auf 2,60 m herabgesetzt werden. Die Walzen sind um 0,6 m absenkbar. Um die Pfeiler kurz zu halten, sind die Rollbahnen der Walzen senkrecht angeordnet. Die Walzen werden einseitig angetrieben durch Windwerke, die im Oberteil der Pfeiler untergebracht sind. Die Pfeiler sind mit dem linken Ufer über die Schleuse hinweg durch einen eisernen vollwandigen Bedienungssteg von 2 m Höhe verbunden, dessen Höhenlage — 1 m über dem Hochwasser von 1882 — so bemessen wurde, daß er den Blick auf die Stadt von der Oberwasserseite her nicht stört und sich gut in das Gesamtbild der Stauanlage einfügt. Der Steg kann bei Eintritt noch höherer Wasserstände mittels Pressen noch um 1 m gehoben werden. Neben dem rechten Landpfeiler ist wegen des starken Ruderbootverkehrs eine Bootschleppe eingebaut.

Wehr und Doppelschleuse sind in offener Baugrube unter Wasserhaltung auf dem gewachsenen Granit gegründet und in Beton ausgeführt, der in den Sichtflächen der Wehrpfeiler und des Schleusenunterhaupts mit dem heimischen Buntsandstein, in den Kammern mit bewehrtem Torkretputz verkleidet ist. Auch die Ufermauern und das Dienstgebäude neben der Schleuse haben Sandsteinverkleidung erhalten. Die Schleusenverschlüsse sind Stemmtore mit Torschützen. Hinter den Oberdrempeln sind Bremswände eingebaut, am Unterhaupt war dies bei dem geringen Gefälle nicht nötig. Ein Fischpaß befindet sich in der Trennmauer zwischen Schleuse und Wehr. Der untere Vorhafen wird durch Verlängerung dieser Trennmauer um 200 m gebildet. Die Kraftanlage, die den Ersatzstrom für die Herrenmühle und Strom für die elektrischen Antriebe des Wehrs und der Schleuse liefert, ist in der Herrenmühle aufgestellt. Die Turbine ist in einem Betonkanal eingebaut, der vom Wehr unter der Schleuse hindurch zur Mühle und weiter zum Neckar führt. Von den 20 m³/sek, die der Neckar bei Niedrigstwasser führt, verarbeitet die Turbine höchstens 13 m³, so daß die geforderte dauernde Ueberströmung des Wehrs gesichert ist.

Mit der Tieferlegung der Flußsohle im Unterwasser der Staustufe waren umfangreiche Sicherungsarbeiten an

[5]) Vgl. „Bautechnik" 1926, S. 197.

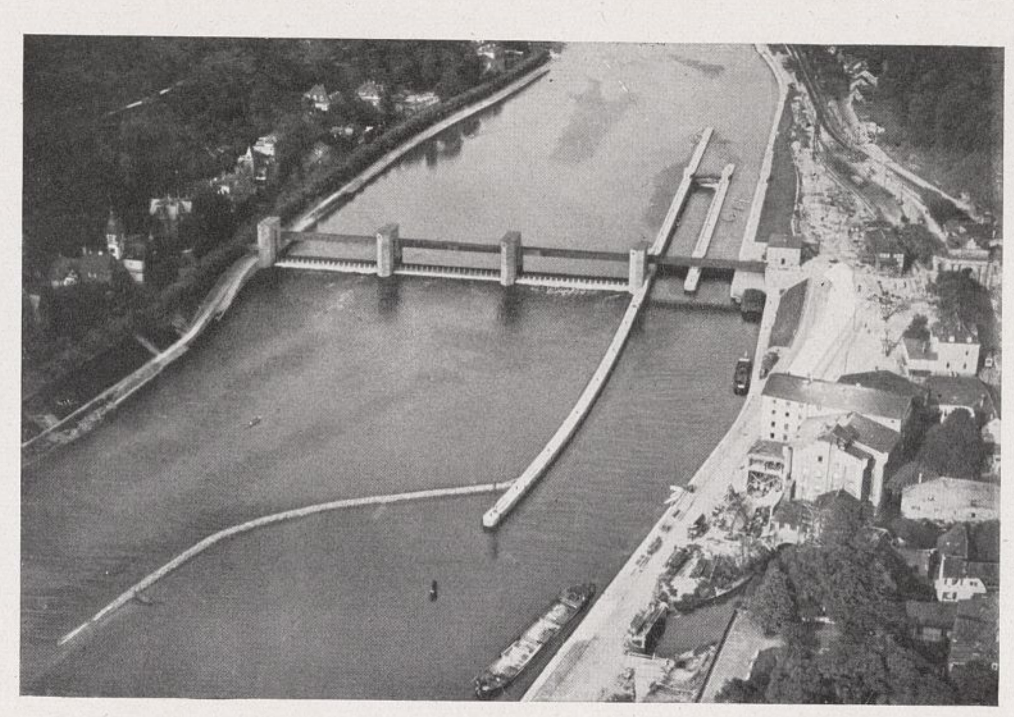


Abb. 10.
Staustufe Heidelberg, Luftbild der Anlage.

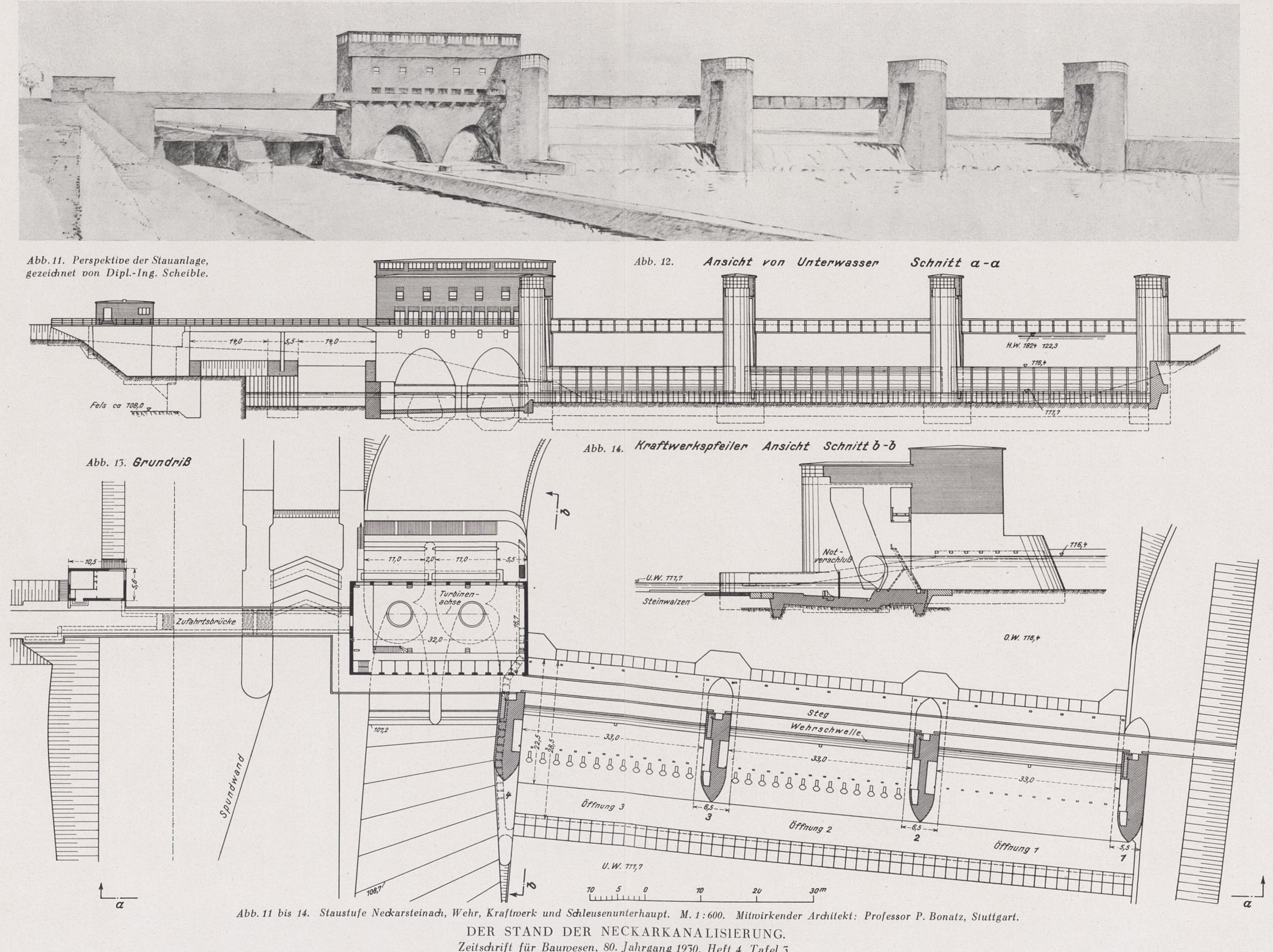


Abb. 11. Perspektive der Stauanlage, gezeichnet von Dipl.-Ing. Scheible.

Abb. 11 bis 14. Staustufe Neckarsteinach, Wehr, Kraftwerk und Schleusenunterhaupt. M. 1 : 600. Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.

DER STAND DER NECKARKANALISIERUNG.



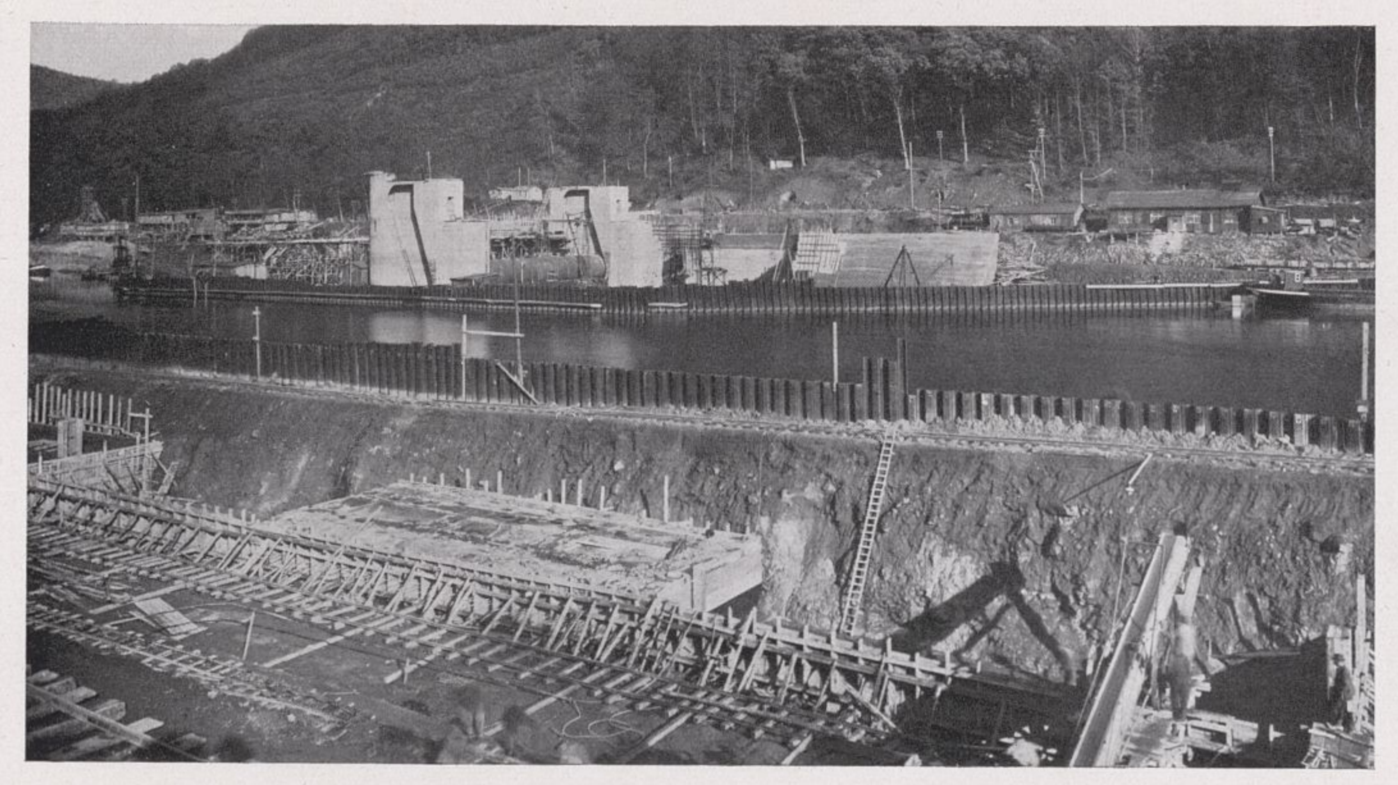


Abb. 15. Staustufe Neckargemünd, Schleuse und Wehranlage im Bau.
Aufnahme: Dr. Lossen u. Ko., Stuttgart.

der Karl-Theodor-Brücke (Abb. 9) verbunden[6]). Die Brücke stammt in ihrer jetzigen Form aus dem Jahre 1784, doch sind die Pfeilerunterbauten noch weit älter, da bei verschiedentlichen früheren Erneuerungen der Brücke die alten Pfeilerreste immer wieder verwendet wurden. Die Pfeiler sind mittels Schwellrostes flach auf das Flußgeschiebe aufgesetzt und in 3 m Abstand durch hölzerne Pfahl- und Bohlwände geschützt, zwischen denen nur eine Lichtweite von 15 m verbleibt. Da für die Schiffahrt in zwei Oeffnungen eine Lichtweite von 20 m und eine Sohlenvertiefung um 1 m erforderlich war, mußten die ohnehin mangelhaft gegründeten Pfeiler durch kräftige Eisenbetonmäntel gegen Ausspülung geschützt werden. Ferner wurde die vertiefte Flußsohle unter der Brücke durch eine 80 cm starke Eisenbetonplatte mit Herdmauern befestigt. Damit ist der Bestand der Brücke, die im übrigen unverändert geblieben ist, weiterhin auf lange Zeit gesichert. Die Arbeiten wurden in offener, mit eisernen Spundwänden umschlossener Baugrube ausgeführt; sie hatten ebenso wie die Arbeiten an der Stauanlage unter häufigem Hochwasser zu leiden.

Die beigegebenen Abbildungen dürften zeigen, daß die an sich verständlichen Befürchtungen wegen Verunstaltung der Landschaft durch die Stauanlage gegenstandslos geworden sind.

Staustufen Neckargemünd und Neckarsteinach (Abb. 11 bis 14 auf Tafel 3). Mit dem Bau dieser Staustufen wurde Ostern 1929 begonnen, nachdem die Neckar-A. G. langfristige Verträge mit dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk und der Hessischen Eisenbahn-A. G. über den Absatz der an sämtlichen zu erstellenden Staustufen zwischen Heidelberg und Neckarsulm—Kochendorf gewinnbaren Energie abgeschlossen hatte.

In beiden Stufen liegen Wehr, Schleuse und Kraftwerk nebeneinander, da Seitenkanäle nicht erforderlich sind. Das Wehr von Neckargemünd liegt bei km 32,628; 8,5 km stromauf folgt die Stufe Neckarsteinach. Das Gefälle beträgt 4,1 bzw. 4,7 m. Beide Wehre sind Walzenwehre mit je drei Oeffnungen von 33 m l. W.; in den Mittelöffnungen sind auf die Walzen Klappen zur Feinregelung und Abführung von Treibzeug und Eis aufgesetzt. Die Schleusen erhalten an Stelle von Umläufen Torschützen in den Stemmtoren. Für die zweiten Schleusen ist der nötige Raum vorgesehen. Im Kraftwerk Neckargemünd wird eine Kaplan-Turbine von 80 m^3/sek Schluckfähigkeit aufgestellt, während in Neckarsteinach auf Wunsch der Stromabnehmer zwei Kaplan-Turbinen zum Einbau kommen, die je 50 m^3/sek verarbeiten können. In Neckargemünd werden etwa 16,5 und in Neckarsteinach etwa 21 Mill. kWh erzeugt werden. Abb. 15 zeigt die Staustufe Neckargemünd im Bau.

In Verbindung mit dem Bau der beiden Staustufen und den Baggerungen in den Haltungen stehen Straßenbauarbeiten, zu denen der gewonnene Boden verwendet wird, sowie die Ueberführung eines Weges über die Bedienungsbrücke des Wehres Neckarsteinach.

Nach Vollendung der beiden Stufen wird der Neckar auf rd. 50 km von Mannheim aus für große Rheinkähne befahrbar sein. Bis Neckarsulm, der letzten bereits fertigen Staustufe unterhalb Heilbronn, fehlen dann noch 54 km mit den fünf Staustufen Hirschhorn, Rockenau, Neckargerach, Hochhausen und Gundelsheim.

Staustufe Neckarsulm (Abb. 19). Sie umfaßt die rd. 10 km lange Strecke zwischen Heilbronn und der Mündung des Kochers, eines rechtsseitigen Nebenflusses des Neckars. Auf dieser Strecke mündet ferner von rechts kommend die Sulm. Mit der Staustufe war der hochwasserfreie Anschluß eines großen Industriesiedlungs- und Hafengeländes auf dem rechten Neckarufer unterhalb Heilbronn in Verbindung zu bringen. Anfang und Ende sowie Stauhöhe der Haltung war dadurch festgelegt, daß das Mittelwasser des Kochers nicht wesentlich aufgestaut und die Triebwerke am Neckarwehr in Heilbronn nicht durch Einstau beeinträchtigt werden durften. Allen Bedingungen war am besten durch Anlage eines Seitenkanals am rechten Neckarufer zu genügen, die auch die Zusammenfassung des Gefälles in einer Stufe von 8 m erlaubte. Dabei erwies es sich als zweckmäßig, für den oberen Teil des Kanals das Flußbett zu benutzen und den Neckar auf dieser Strecke — etwa 1 km — bis zum Wehr, das nach km 109,3 zu liegen kam, in ein künstliches Bett mit 77 m Sohlenbreite im linksufrigen Vorland zu verlegen.

Das mit einer Straßenbrücke und einem Wärterhaus verbundene Wehr (Abb. 16 bis 18 u. 21) hat vier Oeffnungen von je 17 m l. W. Die 5,6 m hohen Schützen sind in den Mittelöffnungen als Doppelschützen mit 1,4 m absenkbarem Oberteil ausgebildet. Das in Beton ausgeführte Bau-

[6]) Vgl. „Deutsche Wasserwirtschaft" 1928, S. 143.

Abb. 16. *Ansicht und Grundriß.*

Abb. 17 (links). *Querschnitt A—A.*

Abb. 18 (rechts). *Querschnitt B—B.*

Abb. 16 bis 18. Staustufe Neckarsulm, Schützenwehr mit Straßenbrücke. M. 1 : 500.

werk ist auf Fels gegründet. Unterhalb der Wehrschwelle ist ein 15 m langes und 1,8 m tiefes, mit einer Zahnschwelle abschließendes Sturzbett angeordnet. Weiterhin ist die Flußsohle mit schweren Betonblöcken und Steinwalzen zur Verhütung von Kolken gesichert.

Der Seitenkanal von 5,2 km Länge zweigt 1200 m oberhalb des Wehrs ab. Zur Abhaltung von Geröll dient eine 2 m hohe Sohlschwelle aus Steinwalzen an der Abzweigung. Der 4,1 km lange Oberkanal ist mit 135 m² Querschnitt für 94 m³/sek Wasserführung bemessen. Seine Uferdämme liegen hochwasserfrei. Unter dem Oberkanal mußte die bei Hochwasser 50 m³/sek führende Sulm mittels eines 72 m langen Eisenbetonbauwerks mit dreiteiligem Querschnitt, ferner je ein Abwasserkanal von Heilbronn und Neckarsulm und ein kleiner in Röhren gefaßter Bach zum Neckar hindurch geleitet werden. Wäh-

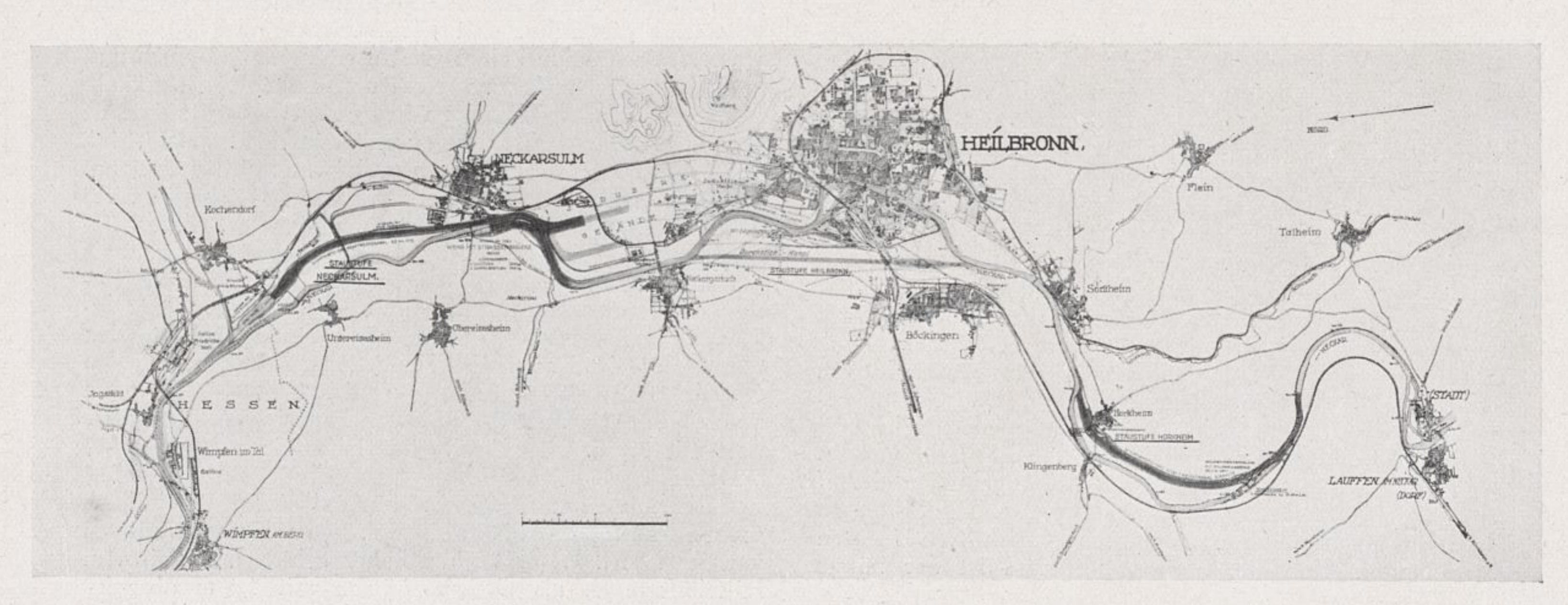


Abb. 19. Lageplan der Staustufen Neckarsulm, Heilbronn und Horkheim.

Abb. 20 bis 22.
STAUSTUFE NECKARSULM-KOCHENDORF.

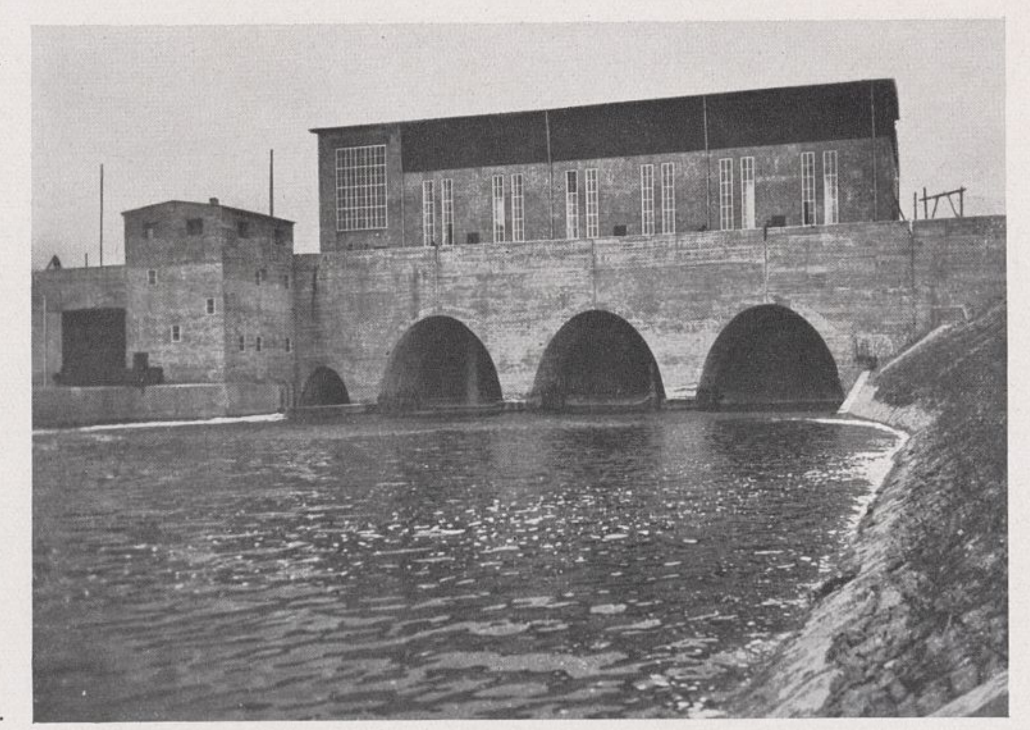


Abb. 20.
Staustufe Neckarsulm-Kochendorf, Kraftwerk mit Schleuse vom Unterwasser.
Mitwirkender Architekt:
Professor Abel, München.

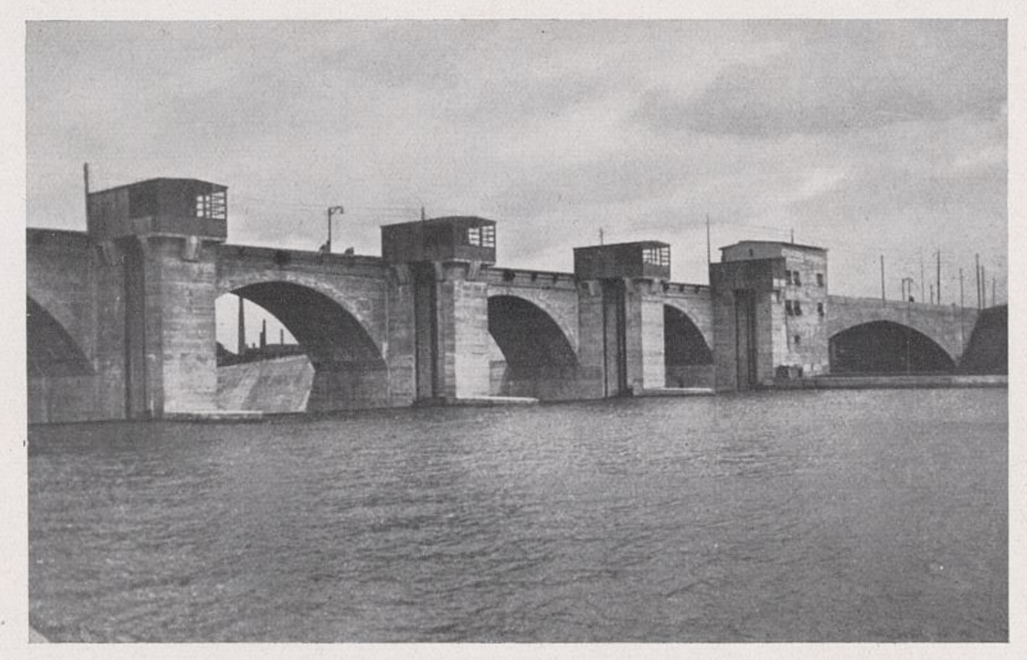


Abb. 21.
Staustufe Neckarsulm-Kochendorf, Schützenwehr mit Straßenbrücke vom Oberwasser.
Mitwirkender Architekt:
Professor Abel, München.



Abb. 22.
Staustufe Neckarsulm-Kochendorf, Seitenkanal mit Schleuse und Kraftwerk.
Aufnahme: Luftverkehr Strähle.



Abb. 23. Staustufe Horkheim, Schützenwehr.
Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.

rend der Oberkanal in Kies und Lehm liegt, mußte der Unterkanal bis zu 1,5 m tief in den Felsen eingelassen werden.

Schleuse und Kraftwerk (Abb. 20 u. 22) wurden in der Nähe von Kochendorf auf Muschelkalk erstellt und sind ähnlich wie die Bauwerke der Staustufe Wieblingen ausgebildet. In der Nähe sind das Schalthaus und eine Wohnhausgruppe errichtet. Eine über das Unterhaupt der Schleuse und die Unterwasserpfeiler des Kraftwerks geführte Straßenbrücke vermittelt den Zugang zu dem Gelände zwischen Kanal und Fluß.

Die maschinelle Einrichtung des Kraftwerks entspricht derjenigen des Hauptkraftwerks Wieblingen, doch beträgt die Maschinenspannung 10 000 V. Die Turbineneinläufe werden an Stelle von Schützen mit Rollklappen abgeschlossen, deren zylindrischer Verschlußkörper so gestaltet ist, daß er durch den Wasserdruck in beiden Endlagen auch bei Versagen des Druckölantriebes festgehalten wird. Das Kraftwerk leistet jährlich 27 Mill. kWh; es ist an die A. G. Großkraftwerk Württemberg verpachtet.

Durch die Anlage des Seitenkanals und durch den Bau eines Hochwasserdamms seitens der Stadt Heilbronn ist das frühere Ueberschwemmungsgebiet auf dem rechten Ufer zwischen Heilbronn und der Kochermündung in großem Umfange der Ansiedlung erschlossen worden. Insbesondere wurde dadurch der Ausbau des Industriegeländes zwischen Heilbronn und Neckarsulm ermöglicht, den die Stadt Heilbronn in Erkenntnis der Bedeutung für ihre künftige Entwicklung schon bald nach dem Kriege in Angriff genommen und seitdem kräftig gefördert hat. Hier ist der neue *Industriehafen* von Heilbronn im Entstehen begriffen, der mit zwei vom Oberkanal abzweigenden Becken von je 1100 m geplanter Länge das Gelände in günstiger Weise aufschließt. Außerdem sind am Seitenkanal durch Verbreiterung um 12 m verschiedene Umschlagstellen von zusammen 1 km Länge geschaffen worden, die von der staatlichen Saline Friedrichshall, den Städten Heilbronn und Neckarsulm und verschiedenen Firmen benutzt werden.

Innerhalb des Stadtgebietes von *Heilbronn* verläuft der Neckar in stark gewundener Form. Die hier bereits vorhandenen Schiffahrtanlagen — zwei nebeneinanderliegende Schleusen von 3 m Gefälle, 40 und 46 m nutzbarer Länge und 4,6 bzw. 7 m Breite, der Winter-, Floß- und Karlshafen und der Wilhelmskanal im Oberwasser der Schleusen — genügen nur für 400 t-Kähne und sind wegen der beengten Lage nicht ausbaufähig. Die Großschiffahrt muß daher bei späterer Fortführung über Heilbronn hinaus in einem die Flußschleifen abschneidenden 4 km langen Seitenkanal mit Schleuse und Wehr westlich an der Stadt vorbeigeleitet werden. Mit der Anlage dieses Kanals läßt sich in vorteilhafter Weise die Verbesserung der sehr mißlichen Hochwasserabflußverhältnisse innerhalb der Stadt und damit zusammenhängend die Lösung wichtiger städtebaulicher Fragen sowie die Aufschließung eines weiteren großen jetzt nicht hochwasserfreien Gebietes beiderseits des künftigen Kanals verbinden, das von dem nahen Güterbahnhof Böckingen aus Bahnanschluß erhalten kann. Hier können die Umschlaganlagen für die Großschiffahrt entwickelt werden, für die innerhalb der Stadt kein Platz ist. Das untere Stück des Kanals wird spätestens bei Fertigstellung der Kanalisierung auf der Strecke Mannheim—Heilbronn ausgebaut werden müssen, um als Umschlaghafen für den beträchtlichen von Heilbronn mit der Bahn weitergehenden Verkehr zu dienen.

Die Staustufen der Strecke Heilbronn—Plochingen.

Auf dieser Strecke werden die Schleusen zunächst fortgelassen. Die derzeitige durchgehende Schiffahrt erleidet hierdurch keinen Schaden, weil sie in Heilbronn endigt. Nur wenige Kähne fahren bis Lauffen oberhalb der Staustufe Horkheim, weswegen bei dieser Stufe eine Schleuse für kleinere Kähne erbaut wurde. Im übrigen ist beim Bau die spätere Durchführung der Großschiffahrt bis Plochingen im Rahmen des Gesamtplans der Neckarkanalisierung schon weitgehend vorbereitet worden.

Staustufe Horkheim (Abb. 19). Ihre Lage und Stauhöhe ist bedingt durch das Ende des Staus vom Heilbronner Wehr und durch die Wasserkraftanlage der Zementfabrik Lauffen, deren Unterwasser zunächst nicht gehoben werden durfte. Das Gefälle wurde danach zu 3,6 m bestimmt; es soll bei Weiterführung des Großschiffahrtweges unter Einziehung der genannten Wasserkraft auf 7,5 m erhöht werden. Die Geländeverhältnisse erlaubten die Anlage eines Seitenkanals, wodurch die Wehrhöhe und die Eindämmung des Flusses oberhalb des Wehrs eingeschränkt werden konnte.

Das Wehr (Abb. 23) liegt bei km 123,5. Die drei Schützen von je 25 m l. W. und vorläufig 5,40 m Höhe haben 1,5 m hohe Eisklappen. Der 3,2 km lange Seitenkanal kann 78 m³/sek abführen. Er hat zum Schutz gegen Hochwasser und Eis ein Abschlußtor ähnlich demjenigen der Staustufe Ladenburg — zweiteiliges Hubtor 30,5 × 7,9 m — erhalten (Abb. 41/42). Darüber führt eine Feldwegbrücke, von der aus mittels eines eisernen Steges der

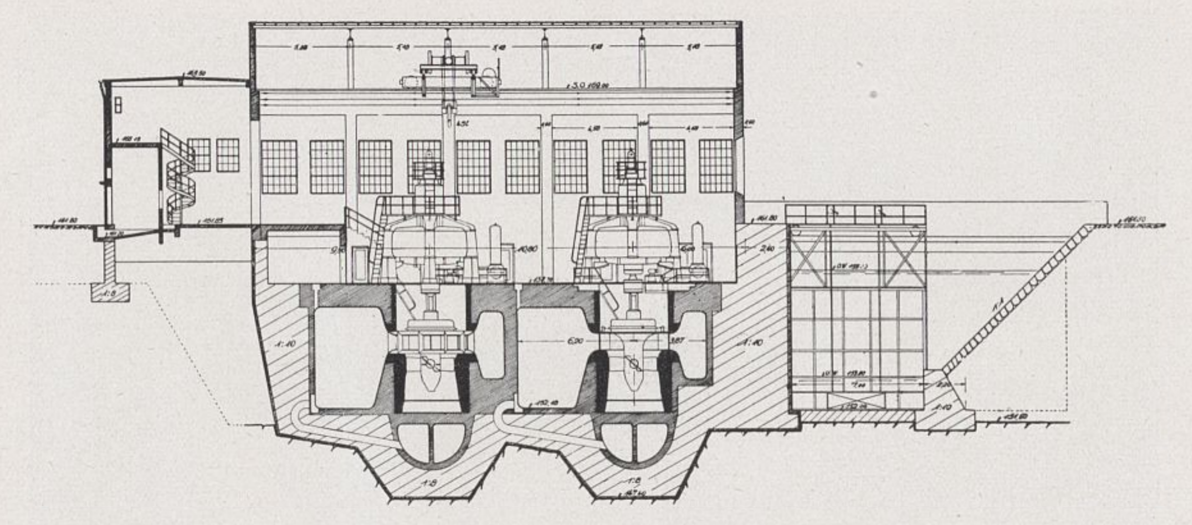


Abb. 24. Längsschnitt.

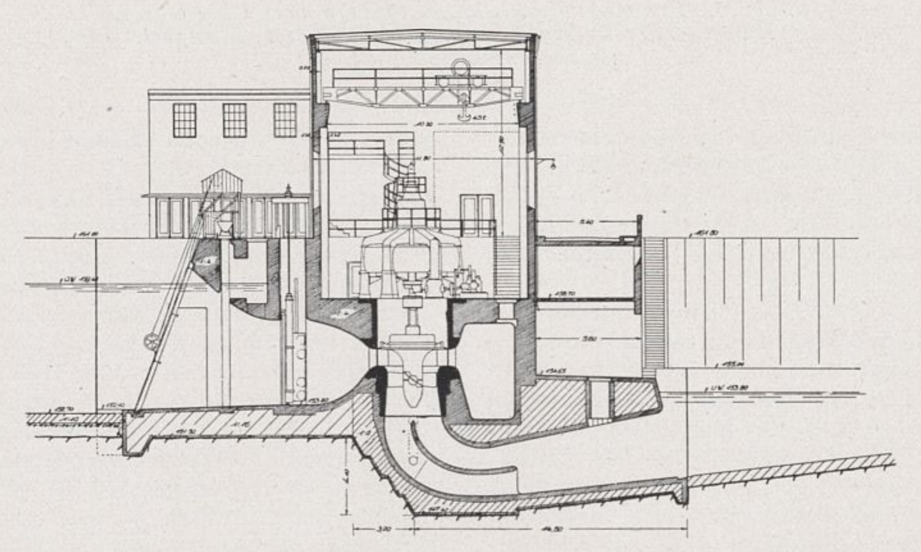


Abb. 25. Querschnitt.

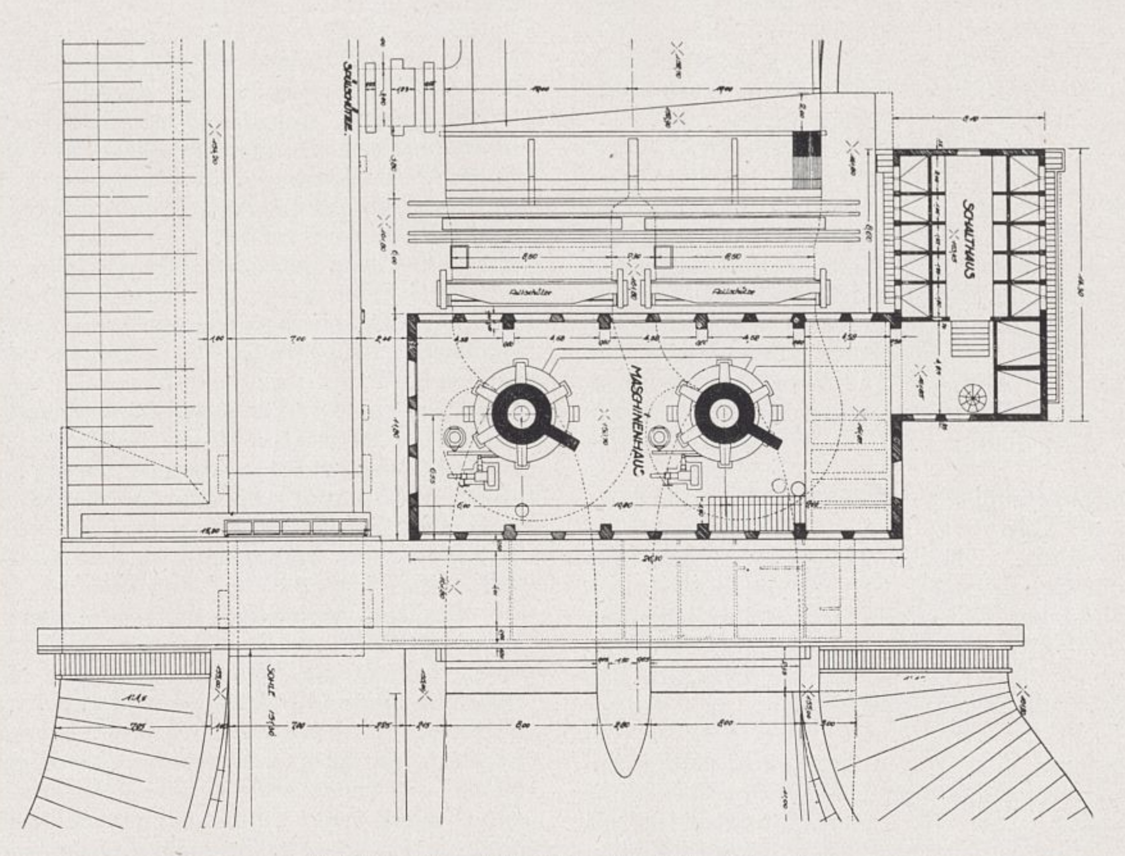


Abb. 26. Grundriß (links die Kahnschleuse).

Abb. 24 bis 26. Staustufe Horkheim. Kraftwerk. M. 1:800.

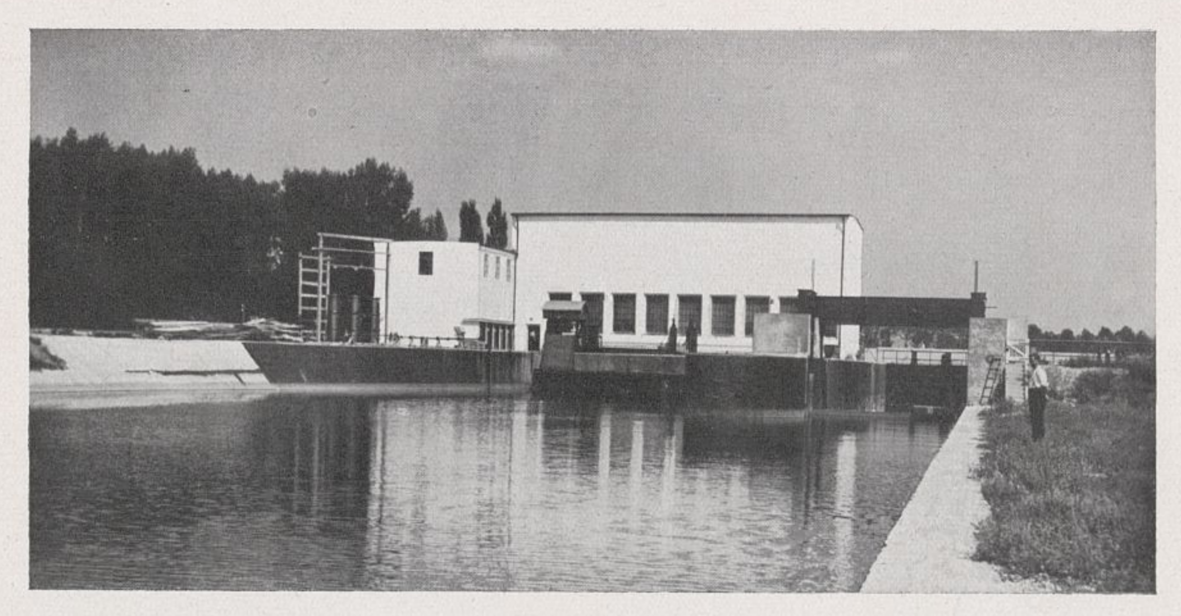


Abb. 27. Staustufe Horkheim, Kraftwerk vom Oberwasser. Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.
Aufnahme: Neckarbauamt Heilbronn.

Bedienungssteg des Wehrs erreichbar ist. Mit dem Kanalaushub wurde ein ausgedehntes Gelände aufgehöht, dessen Ertrag dadurch wesentlich gesteigert wurde. Die Enden des Ober- und Unterkanals sind dem späteren Einbau einer Doppelschleuse angepaßt und als Vorhäfen ausgebildet.

Im Kraftwerk (Abb. 24 bis 27) ist neben den beiden Turbinenkammern ein zugleich als Kahnschleuse ausgebildeter 7 m breiter Leerschuß angeordnet. Die Bauwerke stehen auf gutem Muschelkalkfels. Im Kraftwerk sind zwei dem vorläufigen und späteren Gefälle angepaßte Kaplan-Turbinen von je max. 3030 PS aufgestellt. Die Jahreserzeugung beträgt zunächst 17, nach Erhöhung des Staus 26,3 Mill. kWh, die an das Elektrizitätswerk Heilbronn abgegeben werden. Ein Schalthaus und eine Wohnsiedlung für das Maschinenpersonal vervollständigen die Anlage.

Zwischen Horkheim und den im Bau befindlichen Staustufen in der Nähe von Stuttgart sind sieben Staustufen geplant (Abb. 2); bei zweien von diesen, Pleidelsheim und Poppenweiler, sind Seitenkanäle in Verbindung mit Kraftwerken von früher her schon vorhanden.

In dem nun folgenden Gebiet von G r o ß - S t u t t g a r t (Abb. 28) und der anschließenden bis Plochingen hinaufreichenden Industriezone war die Planung des Neckarausbaues besonders eng verknüpft mit der Lösung bedeutender Aufgaben auf dem Gebiete des Städtebaues und der Landesplanung. Die Mannigfaltigkeit dieser Aufgaben geht aus dem Programm eines von der Stadt Stuttgart vor zwei Jahren veranstalteten Ideenwettbewerbs über die „Neckarufer-Bebauung“ [7]) hervor, der die künftige Gestaltung des Neckartals zwischen Münster und Eßlingen in einer Ausdehnung von fast 20 km zum Gegenstand hatte.

Das Gestaltungsproblem gruppiert sich im wesentlichen um zwei Kernpunkte: die Aufschließung des „Wasen“, eines weiten Geländes zwischen Stuttgart und Cannstatt, die nötig geworden ist, um die beiden aufeinander zuwachsenden Stadtgebiete organisch miteinander und mit der Flußlandschaft zu verbinden, und die Nutzbarmachung des von der Neckarschleife bei Obertürkheim eingeschlossenen Gebietes zwischen Wangen und Hedelfingen; letzteres ist für Hafen- und Industriezwecke bestimmt, während auf dem Wasen hauptsächlich die Anlagen für Ausstellungen, Sport und dergleichen öffentliche Zwecke Platz finden sollen. Als weiteres Haupterfordernis kommt hierzu die Verbesserung der unzureichenden Verkehrsverhältnisse auf dem linken Neckarufer durch einen neuen Schnellverkehrszug von Stuttgart nach dem oberen Neckartal.

Der größte Teil des in der angedeuteten Weise nutzbar zu machenden Talgeländes war früher der Ueberschwemmung ausgesetzt. Erst durch die mit der Kanalisierung verbundene hochwasserfreie Abschließung des Neckarlaufes, die im ganzen 800 ha vor Ueberflutung schützt und zwischen Ober- und Untertürkheim von 1919 bis 1924 durchgeführt wurde, bei Cannstatt und Münster noch im Gange ist, wurde die Voraussetzung für eine planmäßige Erschließung des ganzen Geländes geschaffen. Die hierfür maßgebenden Gesichtspunkte waren auf die Gestaltung der vier Staustufen innerhalb dieses Gebietes von wesentlichem Einfluß. In Anbetracht der großen Bedeutung des Neckarausbaues für die kommunalen Belange haben die beteiligten Gemeinden und der Württembergische Staat einen erheblichen Teil der Baukosten übernommen.

S t a u s t u f e n   M ü n s t e r   u n d   C a n n s t a t t (Abb. 28). Die Ende 1927 eingeleiteten Arbeiten am und im Neckar umfassen im wesentlichen:

Beseitigung von Hindernissen der Hochwasser- und Eisabführung, u. a. zweier festen Wehre und einer gewölbten Straßenbrücke in Cannstatt; Verbreiterung und hochwasserfreie Einfassung des Flußbettes von Untertürkheim bis Münster auf rd. 7 km Länge; Sohlenbreite 60 bis 62 m, Ufer teils geböscht, teils mit Mauern eingefaßt; Ersatz der beiden Wehre mit zugehörigen neun Wassertriebwerken durch ein bewegliches Wehr nebst Kraftwerk bei Cannstatt; Erneuerung bzw. Neubau von drei Straßenbrücken; Aenderungen an Wasserläufen, Kanalisationen, Unterfangung von Brückenpfeilern u. dgl.

In der Staustufe *Münster* sind außer Abbrucharbeiten zunächst nur Flußregulierungsarbeiten, u. a. ein Durchstich zur Abrundung des scharfen Knicks oberhalb Münster sowie eine Straßenbrücke ausgeführt worden; der Bau des Wehrs und des Seitenkanals mit Schleuse und Kraftwerk soll später folgen.

Aeußerst vielseitige Anforderungen waren bei der Planung der Staustufe *Cannstatt* zu erfüllen, und es bedurfte jahrelanger Zusammenarbeit der Neckarbauverwaltung mit der Stadt Stuttgart und ihren baukünstlerischen Beratern, um dabei die Erfordernisse der Schiffahrt, der Kraftgewinnung und des Hochwasserschutzes mit den Belangen des großstädtischen Verkehrs und der Bebauung unter möglichster Schonung des eindrucksvollen Stadtbildes in Einklang zu bringen. Da die beiden zu ersetzenden Wehre nur 1700 m auseinander lagen, konnte das Gefälle in einer Staustufe zusammengefaßt werden. Für die Lage und Stauhöhe des neuen Wehrs war neben der Er-

---

[7]) Vgl. Jahrgang 1929 d. Bl. S. 135 (Heft 6).

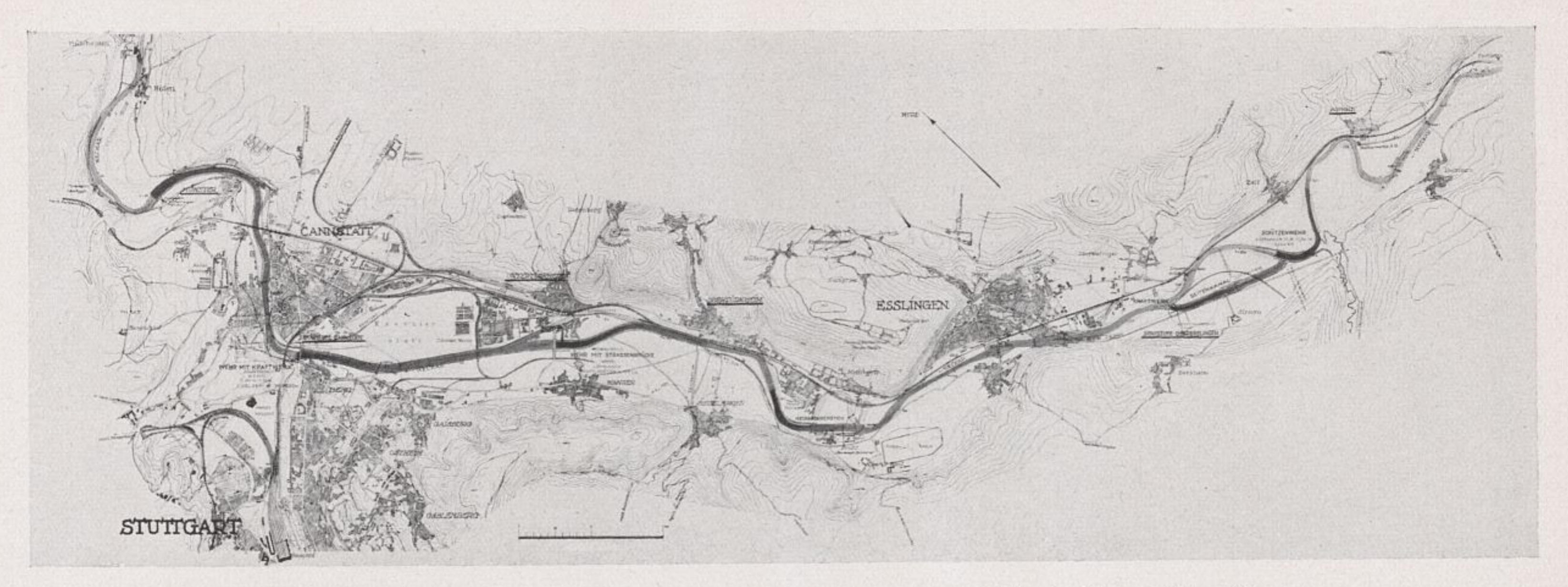


Abb. 28. Lageplan der Staustufen Münster-Cannstatt, Unter- und Obertürkheim, Obereßlingen.

haltung der den Hauptverkehr zwischen Stuttgart und Cannstatt vermittelnden König-Karl-Brücke und der Eisenbahnbrücke bestimmend, daß größere Veränderungen des Grundwasserstandes mit Rücksicht auf die tief gelegenen Stadtteile und auf die nahen Mineralquellen, deren heilkräftige Wirkung Cannstatt in früheren Zeiten als Badeort bekannt gemacht hat und noch heute ausgenutzt wird, vermieden werden mußten. Hiernach kam nur eine Lage kurz unterhalb der König-Karl-Brücke (km 189,255) in Frage, wo Wehr und Kraftwerk nebeneinander Platz finden und auch der Schleusenkanal später unter den Brücken hindurchgeführt werden kann. Ohne stärkere Eingriffe in Bestehendes ging es bei dieser Lösung nicht ab, dafür erfährt das Stadtbild durch die neuen, in ruhigen kraftvollen Linien gestalteten Bauwerke und durch die stärkere Einbeziehung des Flußlaufes in die Landschaft eine wesentliche Bereicherung, und schon heute läßt der Blick auf die Neuanlagen und den in schlanken Bogen zwischen festen Ufern dahinfließenden Strom die großzügige Neugestaltung des Neckartales ahnen, der durch das jetzt Geschaffene der Weg bereitet wird.

Wehr und Kraftwerk zeigen Abb. 29 bis 32. Das Wehr erhält zwei Oeffnungen von je 38 m l. W. mit 3,6 m hohen und 1,2 m absenkbaren Walzenverschlüssen. Das Gefälle beträgt vorläufig 3,75 m, nach Errichtung des Wehres der Staustufe Münster 3,4 m. Es wird im Kraftwerk mittels zwei Turbinen von 35 m³/sek Schluckfähigkeit ausgenutzt. Die Jahresleistung von rd. 12 Mill. kWh nimmt die Stadt Stuttgart ab.

Die Gründung der Bauwerke auf Gipsmergel wurde an verschiedenen Stellen durch Mineralquellen erschwert. Solche Quellen steigen in der Cannstatter Gegend aus dem im tieferen Untergrunde lagernden klüftigen Muschelkalk unter starkem artesischen Druck überall da auf, wo die undurchlässigen Deckschichten der Lettenkohle und des Gipskeupers infolge Verwerfungen oder aus anderen Gründen durchbrochen sind. Die stark mit Salzen und Kohlensäure beladenen warmen Wässer durchziehen den Untergrund des Neckarbettes und bilden hier an vielen Stellen durch ihren den Schotter und Kies verfestigenden Absatz von Sauerwasserkalk die sogen. Nagelfluhe. Auf die Quellen sind auch die großen Mengen von aggressiver Kohlensäure und von Sulfaten und Chloriden im Grundwasser zurückzuführen, die umfangreiche Maßnahmen zum Schutze des Betons erforderten. Durch die Verbreiterung des Neckars fiel eine der künstlich erbohrten Quellen, die Inselquelle, in das Flußbett. Sie wurde gedichtet und mit einer starken Betonplatte überdeckt; zum Ersatz wurde eine neue Quelle erbohrt, die bis zu 183 l/sek Mineralwasser von 20,5° C ergab und im Standrohr bis 3,15 m über Gelände stieg. Das Auftreten der Quellen im Neckarbett beweist, daß zwischen diesem und den unterirdischen wasserführenden Spalten Verbindung besteht. Man mußte deswegen bemüht sein, den Neckarwasserstand im Bereich der Quellen möglichst wenig zu verändern, ihn jedenfalls eher zu heben als zu senken, um die Wasserspende der flußnahen Quellen nicht durch verminderten Gegendruck des Flußwassers zu beeinträchtigen. Dem wird durch die gewählte Lage des Wehrs Rechnung getragen.

Staustufen Unter- und Obertürkheim (Abb. 28). Die Flußregulierungsarbeiten erstreckten sich hier auf 6,1 km Länge. Zur Aufnahme des größten Hochwassers von 2000 m³/sek mußte der Neckar auf 60 bis 65 m Sohlenbreite gebracht und bei Untertürkheim auf 2 km, oberhalb Obertürkheim auf 0,34 km Länge in ein neues Bett verlegt werden. Hierdurch wird zugleich die spätere Durchführung der Großschiffahrt erleichtert und für den Einbau der Schleusen Platz gewonnen. Ferner wurde durch die Regulierung zwischen Obertürkheim und Eßlingen längs der hart am Neckarufer verlaufenden Eisenbahn die zum viergleisigen Ausbau der Strecke Stuttgart—Plochingen nötige Verbreiterung des Bahnkörpers ermöglicht. Die Böschungen des neuen Flußbettes sind in der Regel 1 : 2 geneigt und mit Betonplatten befestigt.

Das Gefälle wird bei *Untertürkheim* durch ein seit 1900 bestehendes Kraftwerk der Stadt Stuttgart ausgenutzt, welches 7 Mill. kWh jährlich erzeugt. Infolge der Neckarverlegung mußte das Kraftwerk einen neuen 200 m langen Zulaufkanal nebst Abschlußbauwerk und Ueberführung der Uferstraße erhalten. Unterhalb der Kanalabzweigung wurde im Zuge der Straße Untertürkheim—Wangen bei km 193,4 das neue Wehr (Abb. 33) in Verbindung mit einer Straßenbrücke errichtet. Im weiteren Zuge dieser Straße war der neue Ablaufkanal des Kraftwerks zu überbrücken. Die Wehrbrücke hat fünf Oeffnungen von je 17 m l. W. Vier davon sind durch 4,5 m hohe Doppelschützen (obere Schützen um 1,25 m absenkbar) verschlossen, vor die fünfte kommen später die Schleusen so zu liegen, daß die Brücke über das Unterwasser führt. Die Schützenantriebe sind in Räumen untergebracht, die unter dem oberstromseitigen Fußsteig zwischen den Hauptträgern liegen. Die Huborgane laufen von den Schützen über Umlenkrollen in den Pfeilervorköpfen nach Zugspindeln, die in den Antriebsräumen in deren Längsrichtung wagerecht gelagert sind. Das Wehr hat 3,65 m Gefälle und ist auf Keupermergel gegründet.

In der Staustufe *Obertürkheim* wurde an Bauwerken zunächst nur eine Straßenbrücke im Zuge der Straße Hedelfingen—Obertürkheim erstellt, unter der später der Schleusenkanal durchgeführt wird. Die Wasserkraft wird vorläufig noch durch ein privates Kraftwerk bei Mettingen ausgenutzt. Nach Errichtung des Wehrs bei km 196,84 wird der Neckar um 8,35 m aufgestaut, und es

Abb. 29. Schnitt A—A.

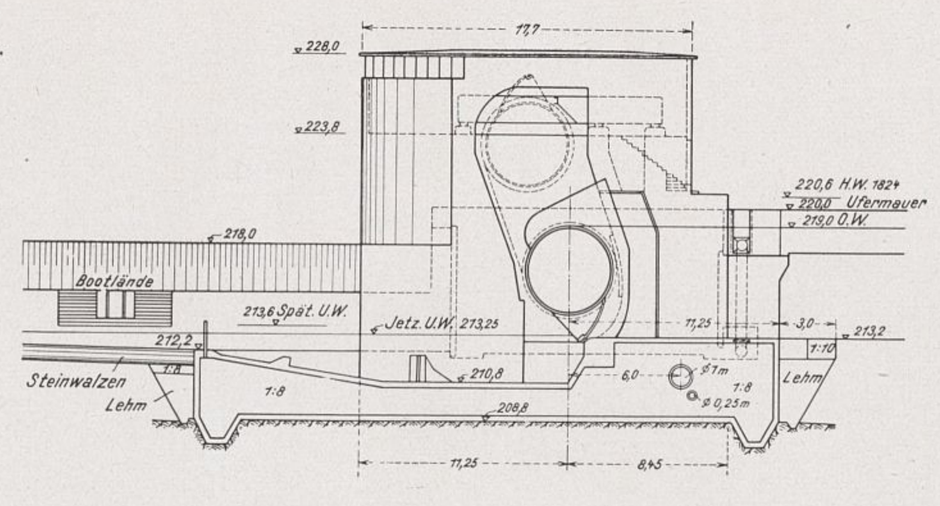


Abb. 30. Schnitt B—B.

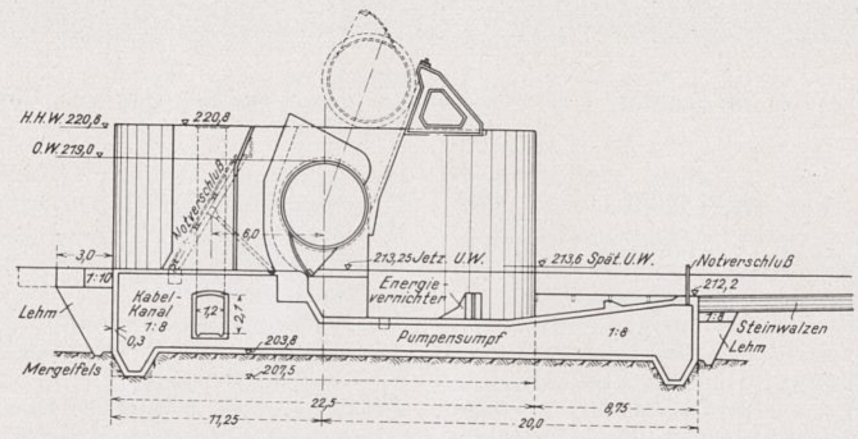


Abb. 31a.
Ansicht vom Unterwasser.
(Linke Hälfte.)

Abb. 29 bis 31a. Staustufe Cannstatt, Walzenwehr mit Kraftwerk. M. 1 : 400.

werden dann in dem neu zu erbauenden Kraftwerk etwa 12 Mill. kWh jährlich gewonnen werden.

Staustufe Obereßlingen (Abb. 28). Sie ist die vorletzte der 26 Staustufen und bis auf die Schiffahrtanlagen voll ausgebaut. Die Stufe besteht aus dem Wehr bei km 203,518 mit Einlaufbauwerk zu dem 2 km langen Seitenkanal, an dessen unterem Ende das Kraftwerk mit 5,9 m Gefälle angeordnet ist. Für die Großschiffahrt soll der Seitenkanal später um etwa 1 km bis in die Höhe von Eßlingen verlängert werden, wodurch sich ein Schleusengefälle von 11,1 m ergibt. Beiderseits des Kanals ist auf dem linken eingedeichten Neckarufer genügend Platz für Industriesiedlungen und für Umschlaganlagen.

Das Wehr (Abb. 34) hat drei je 17,5 m weite, mit 5 m hohen Schützen verschlossene Oeffnungen. Die Oberteile der Schützen sind als Klappen von 1,5 m Höhe ausgebildet. Der lichte Querschnitt ist für 1000 m³/sek bemessen, die der Neckar bordvoll abführt; bei höchstem Hochwasser (1900 m³/sek) fließt wie bisher der restliche Teil über das Vorgelände ab. Es ist jedoch Vorsorge getroffen, daß das Wehr zur Aufnahme der ganzen Hochwassermenge nach rechts hin verbreitert werden kann, falls das jetzige Ueberflutungsgebiet durch Erweiterung und Eindeichung des Neckars für Siedlungszwecke erschlossen werden soll. Am Einlaufbauwerk ist unter den Schützen eine 1,25 m hohe Schwelle zur Abhaltung des Geschiebes angeordnet. Wehr und Einlaufbauwerk sind in Beton ausgeführt und auf Keupermergel gegründet.

Der Seitenkanal ist für eine Wasserführung von 45 m³/sek bei 0,46 m/sek Höchstgeschwindigkeit bemessen und oberhalb des Kraftwerks gedichtet, soweit er nicht im Mergel liegt. Die Krone der Kanaldämme liegt 0,5 m über HHW. Das rechte Ufergelände wird in Kanalmitte durch eine Feldwegbrücke, ferner durch eine mit dem Kraftwerk verbundene Brücke zugänglich gemacht. Zur Entwässerung einer Mulde auf dem linken Kanalufer dient ein unter dem Kanal hinweg zum Neckar führender Dücker, dessen Auslaufschacht mit einem Hochwasserabschluß versehen ist. Das Kraftwerk (Abb. 43) ist auf Keupermergel gegründet und im Unterbau aus Beton, darüber in Klinkermauerwerk aufgeführt. Es enthält zwei Kaplan-Turbinen mit stehender Welle von 2680 PS größter Leistung, die eine an 123 Tagen vorhandene Höchstwassermenge von 45 m³/sek verarbeiten können. Die mit den Turbinen gekuppelten Generatoren leisten bei 167 Uml/min 1600 kVA; die Maschinenspannung von 3000 V wird auf

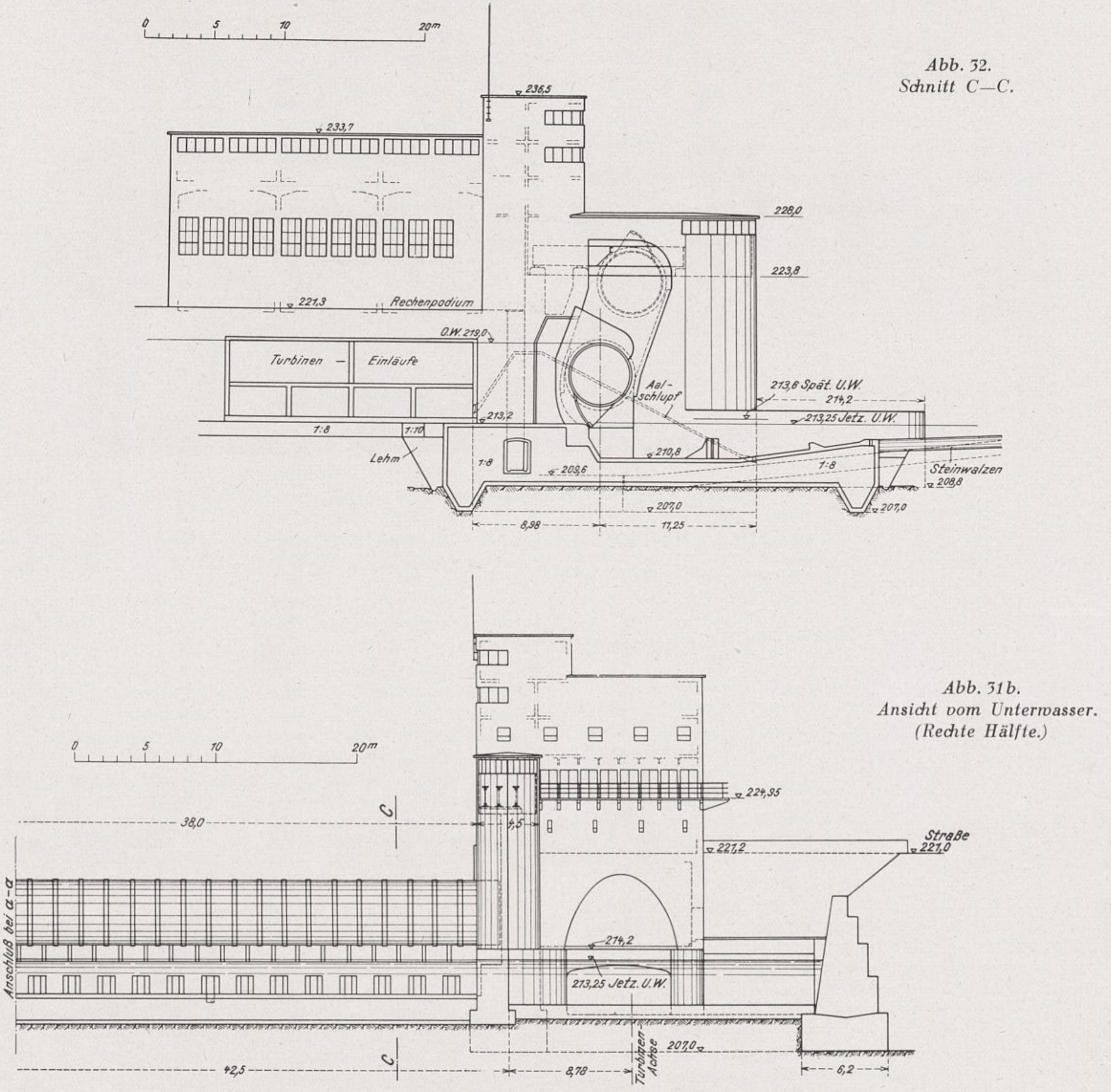


Abb. 32. Schnitt C—C.

Abb. 31b. Ansicht vom Unterwasser. (Rechte Hälfte.)

Abb. 32 und 31b. Staustufe Cannstatt, Walzenwehr mit Kraftwerk. M. 1 : 400.

10 000 V hochgespannt. Jährlich werden etwa 11,5 Mill. Kilowattstunden erzeugt. Das Kraftwerk ist an die Neckarwerke A. G. Eßlingen verpachtet.

Mit der anschließenden, noch nicht begonnenen Staustufe *Altbach-Plochingen*, in der die Wasserkraft bereits durch ein städtisches Elektrizitätswerk ausgenutzt wird, erreicht die Kanalisierung des Flußlaufs ihr Ende. In dieser Staustufe sind wiederum umfangreiche Hochwasserschutzmaßnahmen geplant, durch die etwa 200 ha derzeitiges Ueberschwemmungsgebiet nutzbar gemacht werden sollen. Hier wird auch der Endhafen für den Umschlag der über Land weitergehenden und ankommenden Güter, insbesondere für die Versorgung des bei Plochingen einmündenden industriereichen Filstals erstehen. In diesem Tale soll nach dem Plan der Neckar-Donau-Wasserstraße der Großschiffahrtweg dermaleinst seine Fortsetzung zur Donau finden.

V. Kosten und Bauprogramm.

Die heutigen Baukosten für den Vollausbau (Schiffahrt und Kraftgewinnung) stellen sich nach den wirklichen Ausgaben für die fertigen Bauten bzw. nach den Anschlägen (Preisstand von Ende 1927) wie folgt:

1. Strecke Mannheim—Heilbronn.

a) fertige Staustufen		
Ladenburg (1927) . .	17 700 000 RM	
Wieblingen (1925) . .	16 750 000 „	
Heidelberg (1929) . .	5 000 000 „	
Neckarsulm (1925) . .	15 400 000 „	54 850 000 RM
b) im Bau befindliche Staustufen		
Neckargemünd (ab 1929)	8 400 000 RM	
Neckarsteinach (ab 1929)	9 800 000 „	18 200 000 RM
c) geplante 5 Staustufen zwischen Neckarsteinach und Neckarsulm und Staustufe Heilbronn		67 000 000 RM
	zusammen	140 050 000 RM

2. Strecke Heilbronn—Plochingen.

a) fertige Staustufen (ohne Schiffahrtanlagen)		
Horkheim (1929) . .	5 500 000 RM	
Untertürkheim (1924) .	1 340 000 „	
Obertürkheim (1922, ohne Wehr und Kraftwerk)	580 000 „	
Obereßlingen (1929) .	3 900 000 „	11 320 000 RM

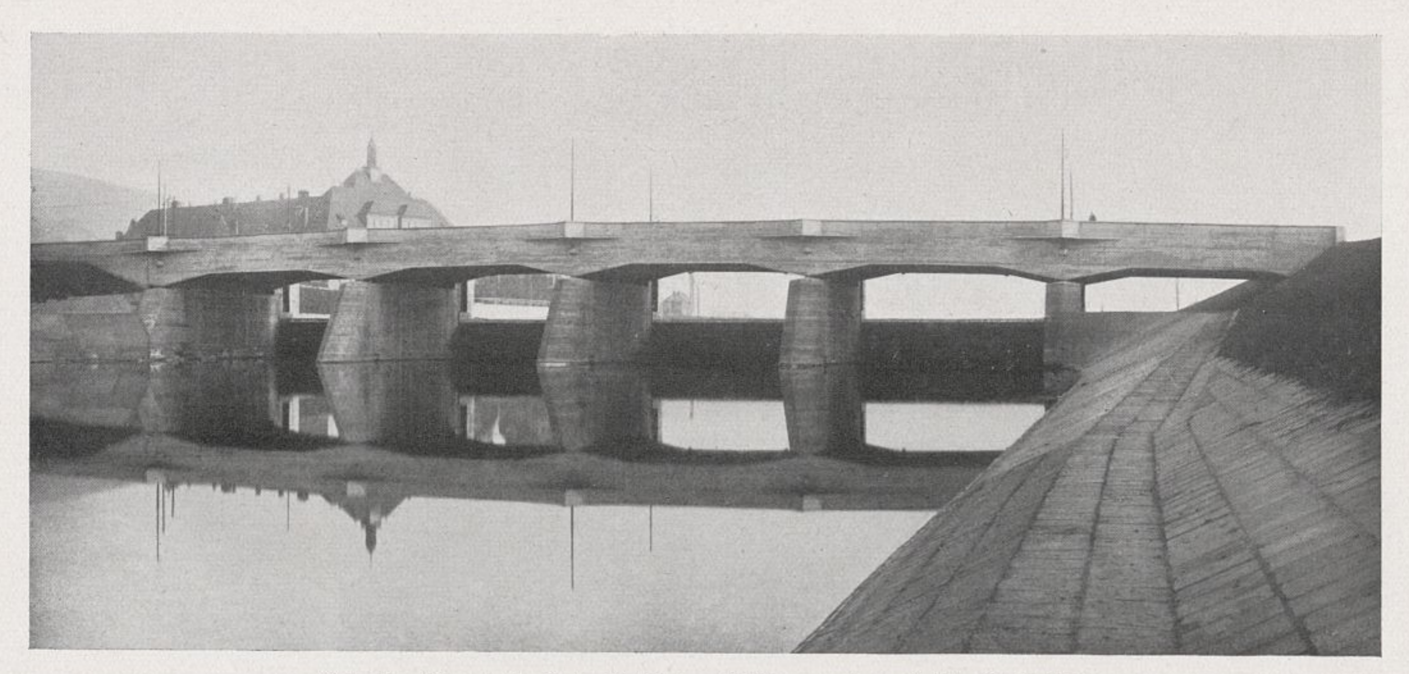


Abb. 33. Staustufe Untertürkheim, Schützenwehr mit Straßenbrücke. Mitwirkender Architekt: Professor Abel, München.

Uebertrag	11 320 000 RM
b) im Bau befindliche Staustufen (ohne Schiffahrtanlagen) Münster (ohne Wehr und Kraftwerk) und Cannstatt (ab 1927)	13 400 000 RM
c) geplante Staustufen (8) einschl. Vollausbau der übrigen 6 und einschl. sämtlicher Schiffahrtanlagen	98 800 000 RM
zusammen	123 520 000 RM

3. Gesamtkosten.

Bauabschnitt	Baukosten RM	davon für Kraftgewinnung RM
Mannheim—Heilbronn .	140 050 000	rd. 27 000 000
Heilbronn—Plochingen .	123 520 000	„ 13 000 000
zusammen . .	263 570 000	rd. 40 000 000

Zu den Herstellungskosten der Wasserkraftanlagen sind außer den Kraftwerken mit Nebenanlagen die für die Zu- und Abführung des Kraftwassers erforderlichen Kanäle mit Abschlußbauwerken bzw. die dafür notwendigen Verbreiterungen der Schiffahrtkanäle gerechnet.

Nach Fertigstellung der in der Ausführung begriffenen Bauten werden im ganzen rd. 98 Mil. RM verausgabt sein, wovon über 10 Mill. RM durch Beiträge Dritter aufgebracht sind. Für die in der 4. Ergänzung (1925) des Neckar-Donau-Vertrags als nächstes Bauziel festgelegte Vollendung des Bauabschnitts Mannheim—Heilbronn sind dann einschließlich der Kraftwerkkosten noch rd. 67 Mill. Reichsmark aufzuwenden. Für diese Arbeiten ist mit Rücksicht auf die Finanzlage von Reich und Ländern eine Bauzeit von gegenwärtig noch acht Jahren vorgesehen, so daß, wenn die Mittel in der am Schluß des Abschnitts II bezeichneten Weise aufgebracht werden können, damit zu rechnen ist, daß im Jahre 1937 Heilbronn erreicht und damit der wichtigste Umschlagplatz am mittleren Neckar für die Großschiffahrt zugänglich wird. Für die auf der genannten Strecke noch zu errichtenden Kraftwerke ist die Finanzierung und der Stromabsatz bereits durch Verträge gesichert, welche die Neckar A. G. mit dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk und der Hessischen Eisenbahn-A. G. abgeschlossen hat. Auf der Strecke oberhalb Heilbronn wird der Ausbau der Wasserkraftanlagen im Rahmen des Kanalisierungsplanes fortgesetzt, sobald über den Stromabsatz der einzelnen Werke Verträge abgeschlossen sind, was zum Teil schon geschehen ist. Im ganzen ist bereits für etwa 90 v H der durch den Neckarausbau erzeugbaren Energie der Absatz vertraglich sichergestellt.

Die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Schiffahrtstraße — die Kraftwerke tragen sich selbst — bleiben nach den bisherigen Erfahrungen noch hinter den nach Vorkriegspreisen auf 1 425 000 RM oder 7 200 RM/km veranschlagten Kosten zurück, worin sich die Vorteile der bei den Wehren und Schleusen angewandten Bauart zeigen. Sie betragen etwa 50 000 RM für eine Staustufe, also für die Strecke

Mannheim—Heilbronn (12 Staust.) . .	600 000 RM
Heilbronn—Plochingen (14 Staust.) . .	700 000 „
zusammen	1 300 000 RM,

das sind rd. 6500 RM/km.

VI. Die Bauwürdigkeit der Neckarkanalisierung im Lichte der neueren Entwicklung.

Auf die während des Baus eingetretenen Veränderungen der wirtschaftlichen Grundlagen des Kanalisierungsplans wurde bereits hingewiesen; sie mögen zum Schluß nochmals im Zusammenhang erörtert werden.

Faßt man zunächst die Erscheinungen ins Auge, die nach dem Kriege den unmittelbaren Anstoß zur Einleitung des Baus gaben, so ist heute der ehemals bedrohliche Kohlenmangel zwar beseitigt, und es sind anderseits, wie schon erwähnt, die Kosten des Wasserkraftstroms gegenüber den Kosten des durch Wärmekraft erzeugten Stroms erheblich gestiegen, so daß der Gewinn aus der Kraftausnutzung nicht mehr die Hauptgrundlage für die Finanzierung der Kanalisierung bilden kann. Gleichwohl ist das Bedürfnis für die Ausnutzung der beim Ausbau der Schiffahrtstraße gewissermaßen als Nebenerzeugnis abfallenden Wasserkräfte bestehen geblieben. Das beweist am besten die Tatsache, daß für einige der bisher erstellten und für eine ganze Anzahl noch zu errichtender Kraftwerke der Stromabsatz an elektrowirtschaftliche Großunternehmungen, die hauptsächlich mit Dampfkraft arbeiten, unter günstigen Bedingungen gesichert werden konnte. Die Fortleitung höchstgespannten Stroms auf sehr weite Entfernungen, welche die Erzeugung in großen, wärmetechnisch sehr günstig arbeitenden Werken am Orte der Rohstofflager sowie die Verbindung der großen Versorgungsgebiete zwecks Ausgleichs der Belastungsspitzen ermöglichte, derselbe Vorgang also, der den Dampfkraftstrom außerordentlich verbilligte, gestattete auch eine wirtschaftliche Einbeziehung der Wasserkraftwerke in die großen Versorgungsnetze und damit die Ausnutzung ihrer Vorteile, der nach Abschreibung der allerdings hohen Anlagekosten

sehr niedrigen laufenden Kosten, der langen Lebensdauer und vor allem des im Gegensatz besonders zur Braunkohle unerschöpflichen Energievorrats. Der Ende 1928 erfolgte Zusammenschluß der Landesversorgungsnetze von Württemberg, Baden und Bayern sowie die bevorstehende Verbindung des süddeutschen, vorwiegend aus Wasserkräften gespeisten Netzes mit dem zum großen Teil auf Braunkohle gestützten rheinisch - westfälischen Versorgungsgebiet schafft günstige Vorbedingungen für die weitere Wasserkraftnutzung auch am Neckar, zumal wenn es gelingt, durch Fortschritte im Turbinenbau den Gesamtwirkungsgrad der Wasserkraftanlagen weiter zu verbessern und die Anlagekosten zu senken.

War die Kohlennot ebenso wie die Verkehrskrise nur vorübergehender Natur, so muß der Arbeitsmangel leider — wenigstens noch auf lange Zeit — als Dauererscheinung betrachtet werden, wenn er auch im Neckargebiet lange nicht mehr in dem Maße besteht wie in den ersten Jahren nach dem Kriege, in denen die Bauausführungen am Neckar Tausenden auf den Baustellen und in den mit Lieferungen betrauten Werken Arbeit verschafft haben. Zur Milderung der Erwerbslosigkeit wird die Fortführung der Bauten auch fernerhin wesentlich beitragen; werden doch an den einzelnen Staustufen bis zu 1000 und mehr Arbeiter allein auf der Baustelle beschäftigt.

Mit der Arbeitsbeschaffung durch den Bau selbst wird freilich nur ein vorübergehender, wenn auch zur Zeit sehr wichtiger Nebenzweck erfüllt. Zur dauernden Behebung der Arbeitsnot muß in erster Linie die Wirtschaft für die verfügbaren Arbeitskräfte aufnahmefähig gemacht werden, wobei im Hinblick auf die wirtschaftspolitische Struktur der Neckarländer, insbesondere Württembergs, die Senkung der Transportkosten nach wie vor von ausschlaggebender Bedeutung für die Anregung des Wirtschaftslebens und für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie ist. In welchem Maße hierzu der Ausbau des Neckars beitragen wird, hängt von der künftigen Gestaltung der Verkehrs- und Frachtenlage ab. Was zunächst den Verkehrsumfang betrifft, so ist in dem in Betracht kommenden Gebiet der Vorkriegsstand im Eisenbahngüterverkehr schon 1922 überschritten worden; 1928 betrug die Zunahme gegen 1913 bereits mehr als ein Viertel, sie liegt damit erheblich über dem Reichsdurchschnitt. Im Fernempfang ist für die Verkehrsbezirke Württemberg und Südbayern sogar eine Steigerung um 41 v H und in der für den künftigen Neckarverkehr besonders wichtigen Kohlenzufuhr eine solche um 31 v H eingetreten. Deutet dies auf eine ansteigende Entwicklung auch des durch den Neckar zu befriedigenden Verkehrsbedürfnisses hin, so erfährt das Einflußgebiet des kanalisierten Neckars gegenüber dem im Jahre 1920 ermittelten Umfange gegenwärtig eine Einbuße dadurch, daß die Spanne zwischen der Bahn- und Wasserfracht sich durch die Umgestaltung der Reichsbahntarife (Einführung der die weiten Entfernungen begünstigenden Staffeltarife und zahlreicher Ausnahmetarife) in manchen Verkehrsbeziehungen verringert hat. Auch der im Rahmen des Rhein-Main-Donau-Projektes fortschreitende Ausbau der Mainwasserstraße kann gewisse Verschiebungen der nordöstlichen Einflußgrenze bewirken, wobei aber, da es sich um gebrochenen Verkehr handelt, die Höhe der Bahntarife mitspricht. Das gleiche gilt hinsichtlich der südwestlichen Randzone für den Fall eines Ausbaus des Oberrheins. Welche verkehrswirtschaftlichen Auswirkungen ferner die Wiederaufnahme der Wirtschaftsbeziehungen zum Saargebiet haben wird, ist bei dem jetzigen Stande der Verhandlungen noch nicht zu übersehen. Sollte später der von der Saarwirtschaft zur Wiedergewinnung des süddeutschen Absatzgebietes geforderte Saar-Pfalz-Kanal gebaut werden, der das Saargebiet mit dem Rhein unterhalb Mannheim verbinden soll, so würde das für den Rohstoffbezug über den Neckar frachtgünstig liegende Gebiet wahrscheinlich an Umfang zunehmen.

Wie sich das Einflußgebiet des Neckars später abgrenzen wird, ist hiernach zur Zeit schwer abzuschätzen. Im großen und ganzen hängt das wie gesagt von der Entwicklung des Verhältnisses zwischen Bahn- und Wasserfrachten ab. Nun ist mit einer weiteren Verringerung der Spanne zwischen beiden kaum zu rechnen. Tariferhöhungen der Reichsbahn sind, so unerwünscht sie für die gesamte Wirtschaft wären, angesichts der hohen Reparationsbelastung leider nicht ausgeschlossen. Auch die Wasserfrachten sind Schwankungen unterworfen, die aber, wie sich in den letzten Jahren wieder gezeigt hat, hauptsächlich von der Konjunktur abhängen und durch den Wettbewerb nach oben stark beschränkt sind. Ihre durchschnittliche Steigerung gegenüber dem Vorkriegsstand ist jedenfalls hinter der Erhöhung des Tarifniveaus der Reichsbahn erheblich zurückgeblieben (Frachtindex für 1928: Binnenschiffahrt 122, Reichsbahn 143). Des weiteren wird die Reichsbahn im Interesse der Gesamtwirtschaft und auch im eigenen Interesse genötigt sein, bei ihren Tarifmaßnahmen auf den Binnenschiffsverkehr noch mehr als bisher Rücksicht zu nehmen, denn erfahrungsgemäß bringt eine lebhafte Inanspruchnahme der Wasserstraßen meistens auch der Eisenbahn Vorteile, indem anfängliche Verkehrsverluste mit der Zeit durch Zuwachs in anderen Verkehrsbeziehungen reichlich ausgeglichen werden. Letzteres gilt ganz besonders für das Neckargebiet; Frachtverbilligung bedeutet hier für die Industrie erhöhte Wettbewerbsfähigkeit, damit Steigerung des Absatzes hochwertiger Güter, die dann dem Schienenweg zufallen und die anfängliche Mindereinnahme wieder einbringen.

Alles in allem kann erwartet werden, daß bei weiterer Zunahme des allgemeinen Verkehrsaufkommens — eine solche ist angesichts der steigenden Tendenz der gewerblichen Entwicklung in Württemberg wahrscheinlich — und nach Einspielung des Verkehrs auf der verbesserten Wasserstraße die Beschränkung des Einflußgebietes durch den Verkehrszuwachs in dessen eigentlichem Kern, dem württembergischen Industriegebiet und der Industriezone am Neckar, einigermaßen ausgeglichen wird und daß sich dann für dieses Gebiet Frachtersparnisse ergeben, die nicht allzusehr von den früheren Ermittlungen abweichen, für die Wirtschaft also eine fühlbare Erleichterung bedeuten. Somit kann auch auf Einnahmen aus Schiffahrtabgaben in solcher Höhe gerechnet werden, daß nach Deckung der Betriebs- und Unterhaltungskosten der Schiffahrtstraße noch ein ansehnlicher Ueberschuß verbleibt. Zur vollen Verzinsung des Anlagekapitals der Schiffahrtanlagen nach heute üblichen Sätzen wird dieser Ueberschuß allerdings — wenigstens für die erste Zeit — nicht genügen, wogegen für die Tilgung, wie schon erwähnt, voraussichtlich die Ueberschüsse der Kraftwerke ausreichen werden. Mit dieser Feststellung, die lediglich den Verkehrszweck und hierbei auch nur die unmittelbar fließenden Einnahmen berücksichtigt, ist jedoch die Bauwürdigkeit der Neckarkanalisierung keineswegs erschöpfend gekennzeichnet. Stellt man Aufwand und Ertrag gegenüber, so müssen auch die Frachtverbilligungen mit ihren günstigen Auswirkungen und weiter alle die in Geld nicht unmittelbar schätzbaren Vorteile auf der Einnahmeseite gebucht werden, die der Ausbau des Neckars für die Entwicklung der Landeswirtschaft in seinem engeren und weiteren Bereich dadurch mit sich bringt, daß er, wie in den vorhergehenden Abschnitten dargelegt, in vielseitiger Weise die Belange der Landeskultur und Siedlung, des Städtebaus und Landverkehrs fördert. Je früher und vollständiger die Wirtschaft in den Genuß aller dieser Vorteile tritt, um so mehr werden sich schließlich Aufwand und Ertrag die Waage halten. Darum ist zu hoffen — was auch im Interesse einer wirtschaftlichen Bauausführung liegt, daß eine abermalige Streckung der Bauzeit vermieden wird und daß sich nach Vollendung des Bauabschnitts Mannheim—Heilbronn im Jahre 1937 der durch die Kraftwerkbauten und Hochwasserschutzmaßnahmen schon weitgehend vorbereitete Ausbau der Schiffahrtstraße bis Plochingen unmittelbar anschließen kann.

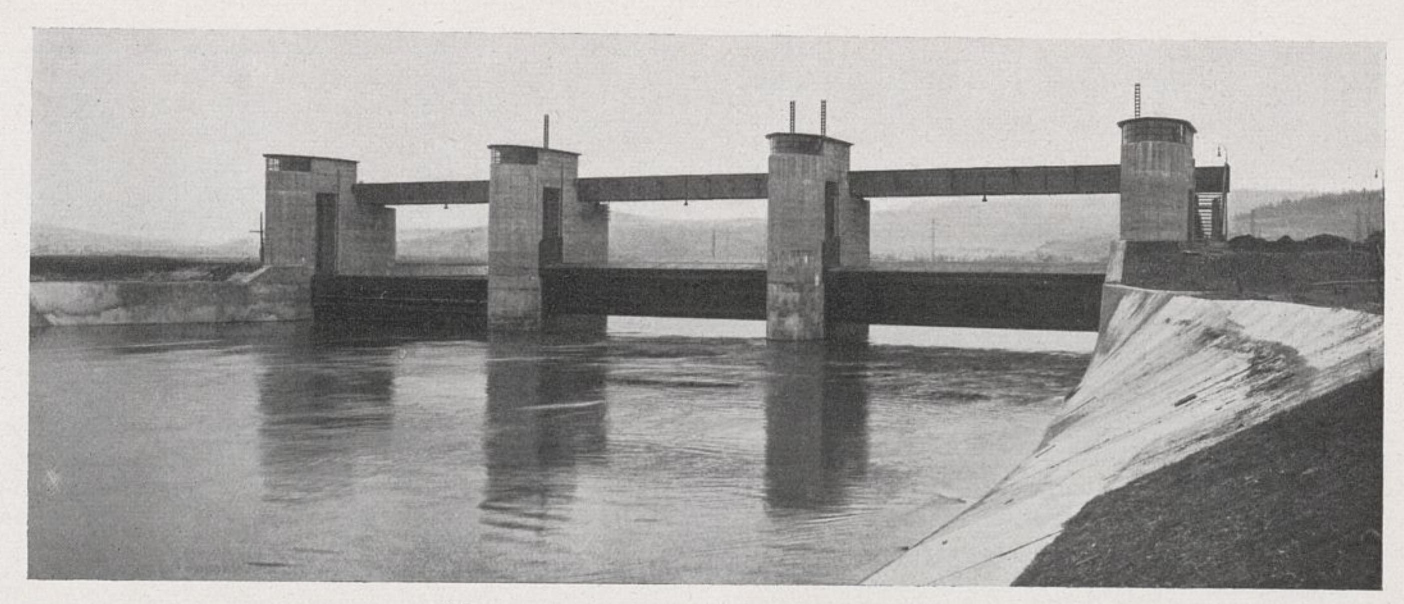


Abb. 34. Staustufe Obereßlingen, Schützenwehr.
Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.
Aufnahme: Dr. Lossen u. Ko., Stuttgart.

ZWEITER TEIL.
ZUSAMMENARBEIT VON BAUINGENIEUR UND ARCHITEKT.

Von Regierungsbaurat Dr.-Ing. E. Burkhardt
und Architekt Dipl.-Ing. M. Scheible, Stuttgart.

Die Frage der Zusammenarbeit zwischen Bauingenieur und Architekt ist, nachdem die Architektur mehr und mehr die konstruktiven, knappen Formen der Ingenieurkunst als Ausdruck in der Gestaltung ihrer Bauten übernimmt, heute ein viel behandeltes Thema. Nicht selten erschöpft sich dabei die Abhandlung in theoretischen und analysierenden Betrachtungen über Bauwerke, die von dritter Seite entworfen und ausgeführt wurden. Wie sich die Zusammenarbeit in der Praxis an den Bauten des Neckarkanals gestaltet und wie die Gegebenheiten und die vom Ingenieur zu erfüllenden Bedingungen von bestimmendem Einfluß auf die Architektur sind, sei im folgenden kurz ausgeführt.

Für den Ingenieur und Architekten erwachsen aus den sich auf Jahrzehnte erstreckenden Bauausführungen große und verantwortungsvolle Aufgaben.

Jede einzelne Staustufe umfaßt an Bauwerken: das Wehr zum Aufstauen des Wassers; die Schiffschleuse zur Ueberwindung der durch das Wehr künstlich geschaffenen Gefällstufen und das Krafthaus, in welchem die Umsetzung der hydraulischen in elektrische Energie erfolgt. In der Regel sind die Schleuse und das Kraftwerk zu beiden Seiten des Wehres angeordnet (vgl. Abb. 40), doch können örtliche Verhältnisse auch die Anlage eines oberhalb des Wehres abzweigenden Seitenkanals, der nach der am Ende dieses Kanals angeordneten Schleuse und dem Kraftwerk führt, notwendig machen. Für das Bedienungspersonal des Wehres, der Schleuse und des Kraftwerks ist an jeder Staustufe ein kleines Wärtergehöft in der Nähe der Anlagen vorgesehen.

Bevor die Lage einer Staustufe festgelegt wird, haben eingehende und umfassende Untersuchungen vorauszugehen, bei denen besonders zu berücksichtigen sind:

1. die Besiedelung des Talgrundes,
2. die Beeinflussung des Grundwasserstandes durch die Stauanlage und die Auswirkung auf die Landeskultur,
3. der Hochwasserabfluß, die Geschiebeführung und der Eisgang,
4. die Erfordernisse der Schiffahrt hinsichtlich der notwendigen Fahrwassertiefe und der günstigen An- und Abfahrt der Schiffszüge.

Sind diese grundsätzlichen Fragen gelöst, so gilt es für die Wehr-, Schleusen- und Kraftwerkanlagen die Abmessungen und die Einzelheiten festzulegen:

Beim Wehr: Das Wehrsystem, die Pfeilerentfernung, die Höhenlage des Wehrstegs und des Windwerkbodens mit Rücksicht auf das höchstbekannte Hochwasser.

Bei der Schleuse: Das Schleusensystem, die zweckmäßigste Art der Torverschlüsse und deren Antrieb mit Rücksicht auf eine Ueberschwemmung der Schleuse.

Beim Kraftwerk: Die Ausbauwassermenge, die Zahl und Art der Turbinen-Aggregate nebst Generatoren sowie die elektrische Einrichtung zur Umwandlung und Fernleitung des Stromes.

Aus der Wahl der Maschinen und sonstigen Einrichtungen ergeben sich wiederum die Ausmaße des Krafthausgrundrisses sowie die Höhenlage der Kranbahn des Krafthauses.

Hand in Hand mit diesen Ueberlegungen gehen statische und hydraulische Untersuchungen, müssen Fragen der Gründungsweise, der Erdmassenverteilung, der Wirtschaftlichkeit, der zweckmäßigsten Bauausführung usw. aufgeworfen und beantwortet werden.

Aus dem Gesagten geht hervor, wie groß und umfassend die Vorarbeiten sind, bis der Entwurf in seinen Grundzügen festliegt, wie sich aber auch schon aus den zu erfüllenden Bedingungen zwangsläufig das Aeußere der Gesamtlage im Grundriß und in den Ansichten entwickelt. Aus der Zahl, der Entfernung und Stärke der Pfeiler, aus dem Höhenunterschied von Ober- und Unterwasser, aus der Höhe des Bedienungssteges und des Windwerkbodens auf den Pfeilern, aus der Lage der Schleuse, sodann aus dem durch die Zahl der Maschineneinheiten nebst elektrischen Zubehören und die Höhe der Kranbahn sich entwickelnden Krafthause entsteht gewissermaßen die Architektur im Rohen. Eine Gesamtanlage, die beispielweise am unteren Neckar eine Breitenausdehnung von etwa 160 m und mehr und eine Längenentwicklung auf der Schleusenseite von etwa 300 m aufweist, hat in Verbindung mit dem gestauten Wasser, den Uferdämmen und -anschlüssen ein so charakteristisch technisches Gepräge, daß es ein Unterfangen wäre, etwa durch kleinliche, formale Zutaten oder durch stilistische Zugeständnisse, Anklänge an frühere Bauepochen herzustellen. Aufgabe des Architekten ist es vielmehr, aus dem Erkennen der technischen Notwendigkeiten, den reinen Zweckbau deutlich als solchen in die Erscheinung treten zu lassen,

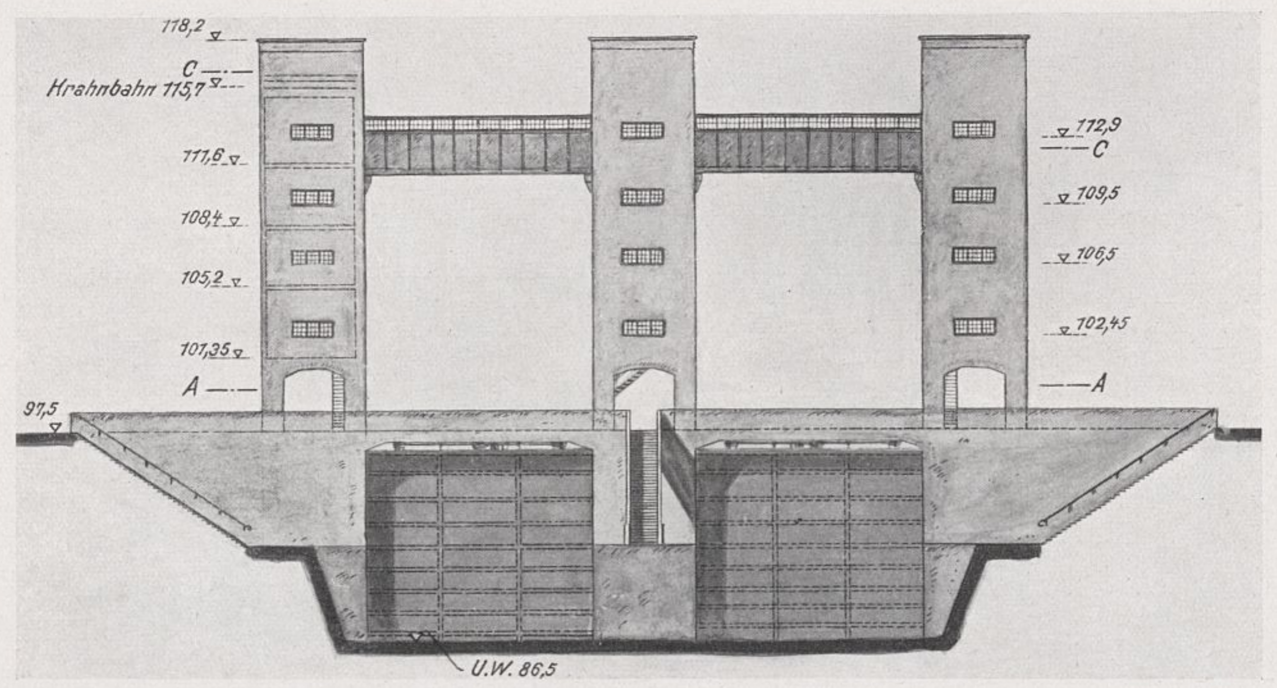


Abb. 35 (oben).
Ansicht vom Unterwasser.

Abb. 36 (links).
Schnitt C – C.

Abb. 37. Schnitt A — A.

Abb. 38.
(rechts)
Außenturm
von innen.

Abb. 39.
(links)
Mittelturm.

Abb. 35 bis 39. Staustufe Ladenburg, Doppelschleuse. M. 1:400.
Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.

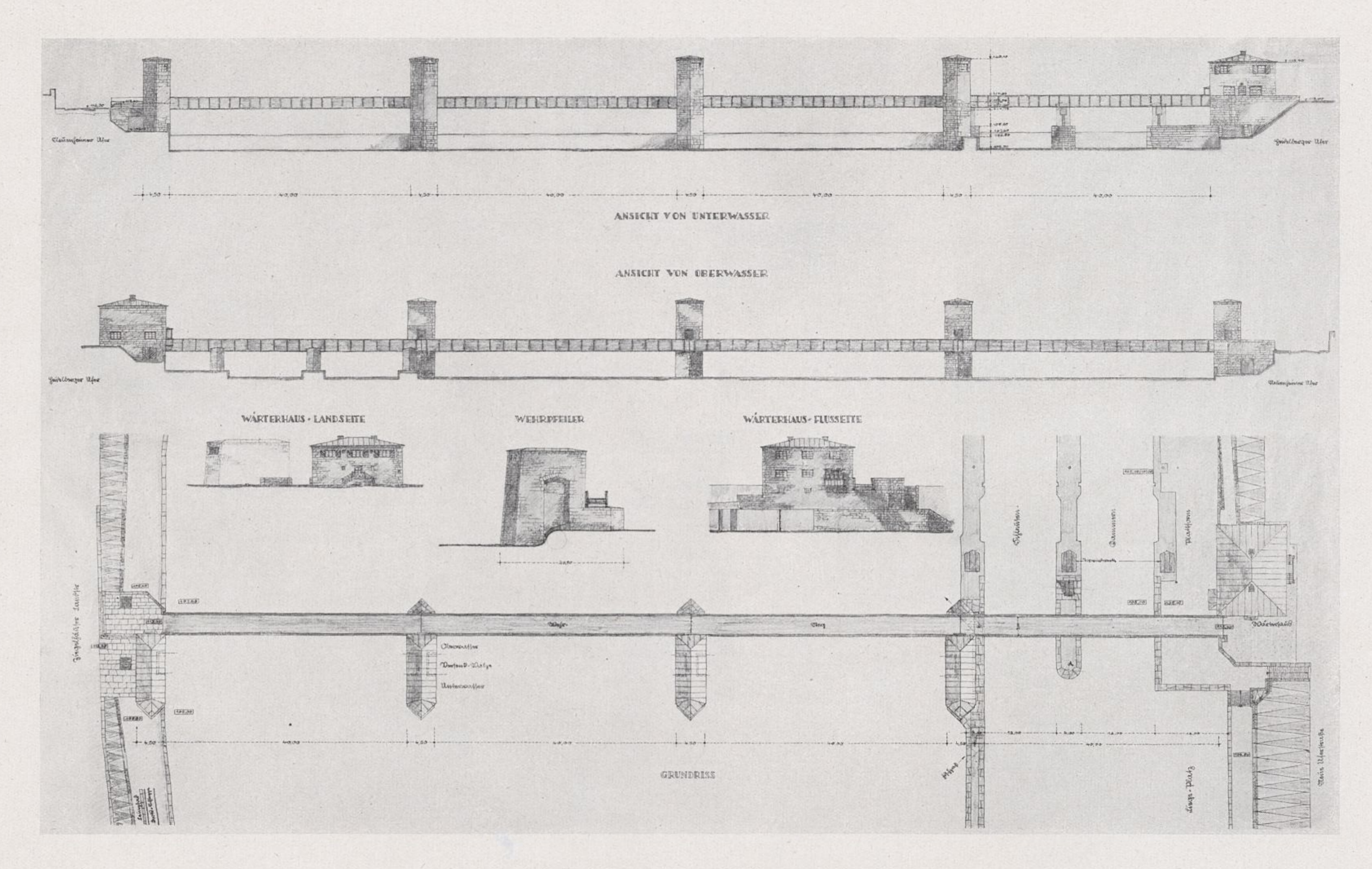
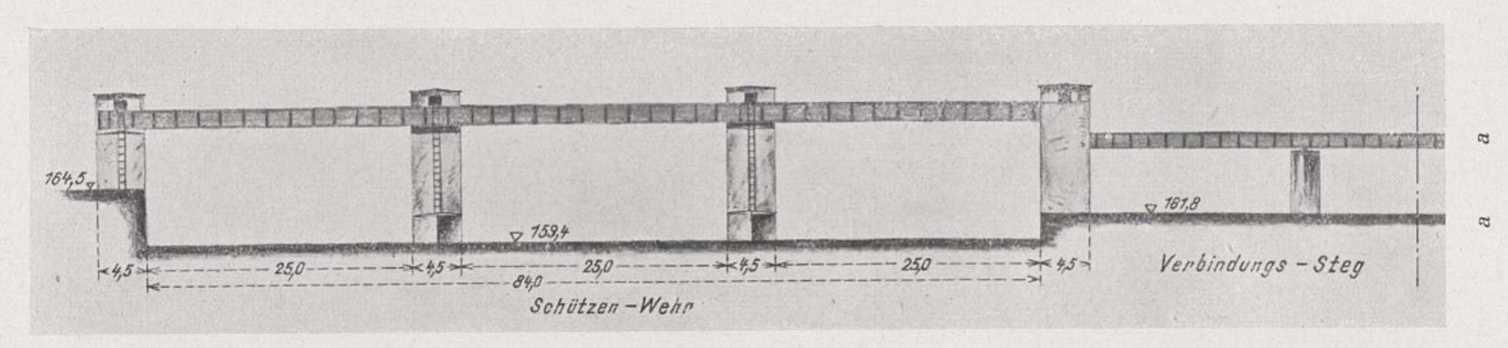


Abb. 40. Staustufe Heidelberg, Wehr und Schleusenunterhaupt. M. 1:800.
Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.



a
a

Abb. 41 a. Ansicht vom Wehr.

Anschluß a — a

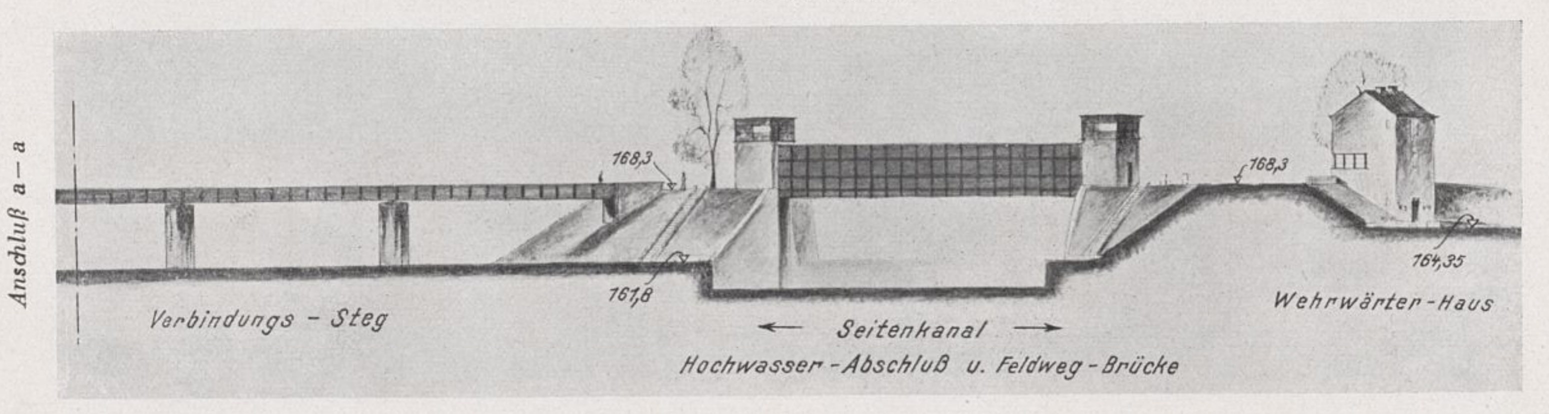


Abb. 41 b. Ansicht vom Hochwasserabschluß.

b
b

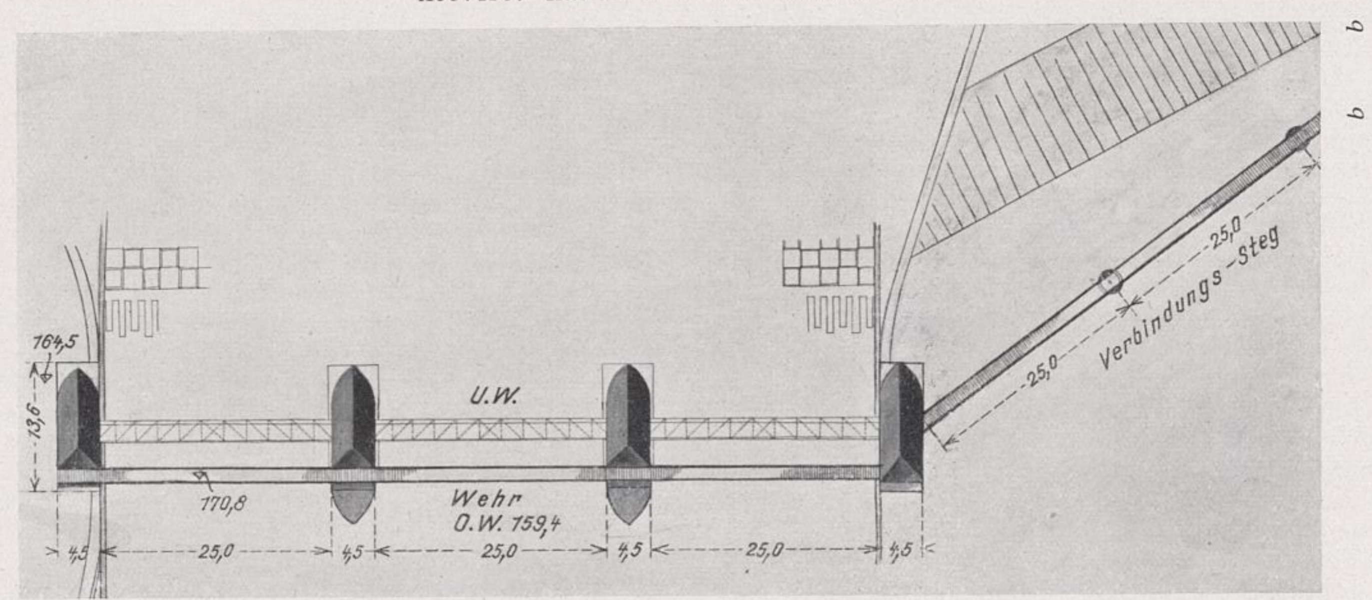


Abb. 42 a. Grundriß vom Wehr.

Anschluß b — b

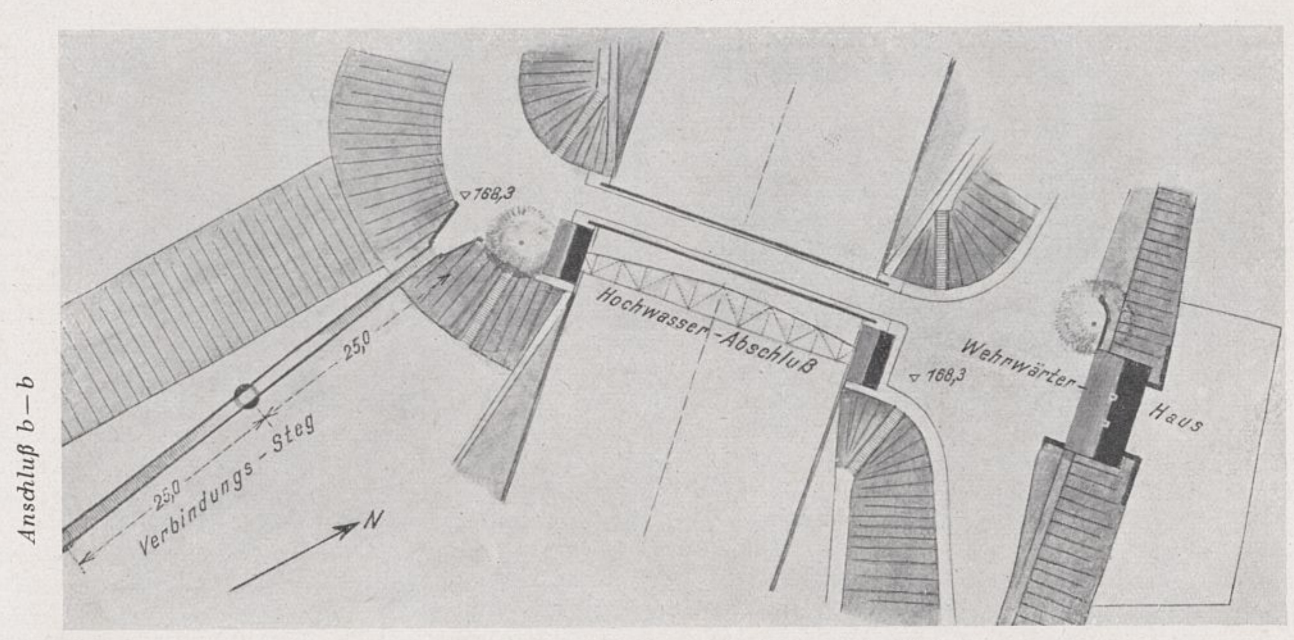


Abb. 42 b. Grundriß vom Hochwasserabschluß.

Abb. 41 und 42. Staustufe Horkheim, Ansicht und Grundriß vom Wehr und Hochwasserabschluß. Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.

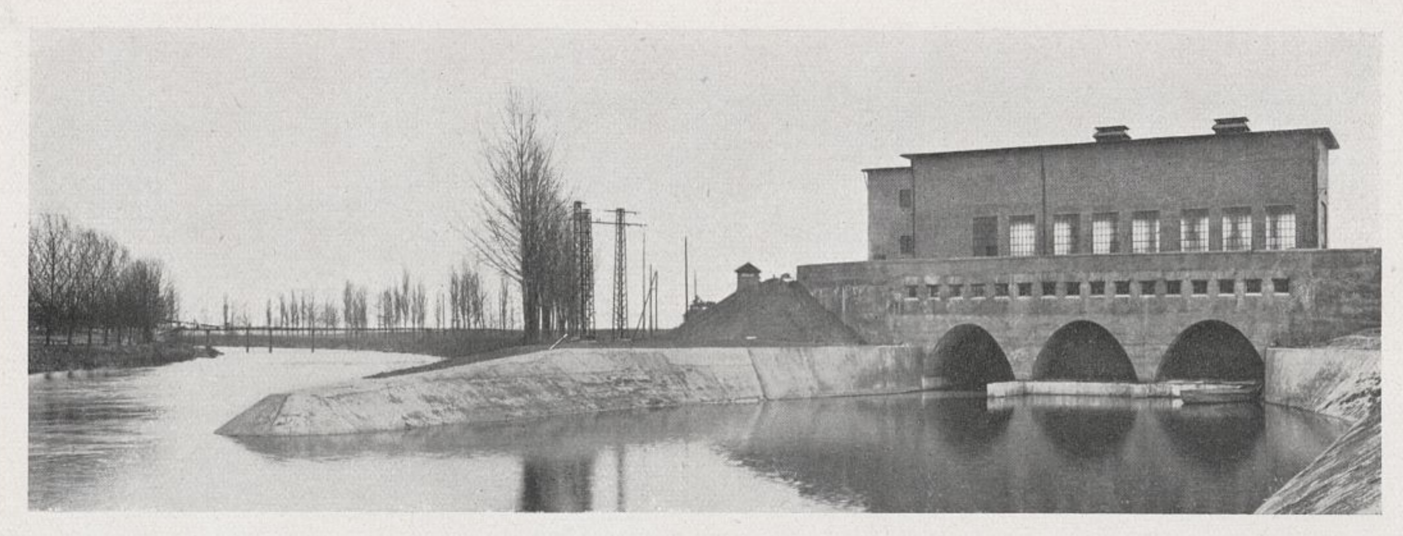


Abb. 43. Staustufe Obereßlingen, Kraftwerk vom Unterwasser.
Mitwirkender Architekt: Professor P. Bonatz, Stuttgart.
Aufnahme: Dr. Lossen u. Ko., Stuttgart.

ihn durch die werkgerechte Behandlung der zur Verwendung kommenden Materialien: Eisenbeton, Eisen und Klinker zu steigern, die einzelnen Baumassen durchzumodellieren, die Baukörper gegenseitig aufeinander abzustimmen, ihnen edle und einfache Verhältnisse zu geben, sie durch Fenster- und Türaufteilung zu gliedern, durch gute Ausbildung der Aufgänge, der Uferanschlüsse und Böschungen die Gesamtanlage mit den Flußufern und dadurch mit der Natur zu verbinden und selbst noch in den Details die Eigenheit des seinen Zwecken dienenden Baues auszudrücken. Trotz der Beschränkung und Gebundenheit durch die örtlichen Gegebenheiten und technischen Notwendigkeiten bleibt so dem Architekten doch ein genügend großer Spielraum, solchen Anlagen eine starke, einheitlich geschlossene Wirkung und persönliche Note zu geben.

Daß bei den bereits ausgeführten Staustufen, unter völliger Wahrung der grundsätzlichen Auffassung und Einstellung zu den durch die Kanalisierung gestellten Bauaufgaben, die im Laufe der Zeit gemachten und häufig erst durch die Erfahrung angeregten technischen Fortschritte stärkste Beachtung gefunden haben, und daß Wandlungen im architektonischen Ausdruck, die in der Zeit begründet lagen, von Einfluß auf die äußere Gestaltung wurden, sei besonders hervorgehoben.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden bis heute durch die Neckarbaudirektion Stuttgart unter Leitung von Strombaudirektor Dr.-Ing. e. h. Konz die Staustufen Untertürkheim, Wieblingen, Kochendorf, Ladenburg, Heidelberg, Obereßlingen, Horkheim, Cannstatt, Neckargemünd und Neckarsteinach entworfen und ausgeführt. Für die baukünstlerische Gestaltung als Mitarbeiter waren bei Untertürkheim, Wieblingen und Kochendorf Stadtbaudirektor Prof. Abel, für das Wehr der Staustufe Ladenburg Oberbaurat Dr. Schmieder und für die Staustufe Heidelberg, Schleusen und Kraftwerk Ladenburg sowie für die Staustufen Obereßlingen, Horkheim, Cannstatt und die noch im Bau befindlichen Staustufen Neckargemünd und Neckarsteinach Prof. Dr.-Ing. Bonatz zugezogen.

Wie bei dem Entwurf der einzelnen Staustufen technische und wirtschaftliche Erwägungen gestaltend mitwirken, sei noch kurz an einigen Beispielen erläutert. Abb. 7 zeigt die im Jahre 1925 erstellte und insgesamt 169 m breite *Wehranlage Wieblingen* mit Walzen- und Schützenöffnungen von 20 und 27 m lichter Weite und Stauhöhen von 3,90 bis 5,30 m. Bei der *Wehranlage Ladenburg* (Abb. 4) wird der Fluß bereits mit Walzen von 2×45 m und einem Segmentwehr von 36 m bei 4,5 m bzw. 5,5 m Stauhöhe abgeschlossen. Die in Abb. 33 dargestellte *Straßenbrücke mit Wehr* der Staustufe *Untertürkheim* wurde in den Jahren 1919 bis 1923 ausgeführt. Da die Brücke mit Rücksicht auf die Aussicht von störenden Windwerkaufbauten frei gehalten werden sollte, wurden die Antriebvorrichtungen für das Schützenwehr (vier Oeffnungen mit je 17 m Lichtweite und 4,3 m Stauhöhe) in einem unter dem Gehweg angeordneten Raum untergebracht. Abb. 16 bis 18 u. 22 zeigen *Wehr* und *Straßenbrücke* der Staustufe *Neckarsulm-Kochendorf;* dabei erwiesen sich Dreigelenkbogen gegenüber Eisenbetonbalken als wirtschaftlicher. Zahl, Weite und Pfeilhöhe der Bogen wurden so gewählt, daß jeweils die Hälfte der Brücke im Trocknen ausgeführt werden konnte. Auf dem Vorlande zwischen Wehr und Schiffahrtskanal war Gelegenheit, ein Wohnhaus für den Wehrwärter unterzubringen. Die Abb. 41 und 42, Gesamtansicht und Grundriß der *Wehranlage* mit Hochwasserabschluß der Staustufe *Horkheim* aus dem Jahre 1928/29, sind ein charakteristisches Beispiel, wie die Gegebenheiten und Bedingungen die Gestaltung beeinflussen. Da bei Hochwasser das Vorland überschwemmt wird, ist der Zugang zum Wehr nur durch einen Verbindungssteg vom Wehrwärterhaus über die Brücke bei Hochwasserabschluß möglich. Das Ueberfluten des Kraftwerk- und Schiffahrtkanals wird durch Anordnung eines Hochwasserabschlusses verhindert. Ersparnisse in den Anlagekosten beim *Kraftwerk Kochendorf,* das in den Jahren 1920/21 erstellt wurde, führten zur Einschaltung von Getrieben zwischen Turbinen und Generatoren, wodurch die Abmessungen des letzteren außerordentlich klein gehalten werden konnten. Aus den gleichen Gründen wurde das Dach in Holzkonstruktion ausgeführt und der obere Teil des Krafthauses ab Höhe Kranbahn mit Holz verschalt. Beim *Kraftwerk Ladenburg* (Abb. Tafel 2) aus dem Jahre 1925 wurde die einfache Maschinenanordnung, wobei die Turbine unmittelbar mit dem Generator gekuppelt ist, angewandt. Tafel 2 und Abb. 43 zeigen die *Krafthäuser* der Staustufe *Ladenburg* und *Obereßlingen;* bei denen die über dem Unterwasser angeordnete Brücke zur Unterbringung der erforderlichen Räume für Aufenthalt, Werkstatt, Lager und anderes nutzbar gemacht wurde. Abb. 35 bis 39 geben eine Ansicht der *Doppelschleuse Ladenburg* vom Unterwasser aus. Die Wahl von jederzeit zugänglichen Hubtoren führte zur Anordnung von Aufzugstürmen, deren Ausmaße durch die lichte Durchfahrtshöhe sowie die Unterbringung des Antriebsmechanismus bestimmt wurden.